

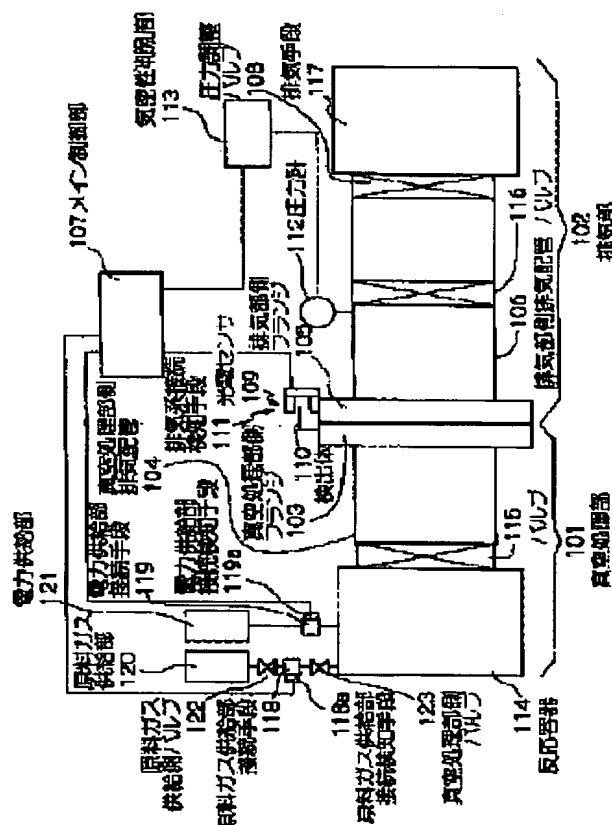
SYSTEM AND METHOD FOR VACUUM TREATMENT

Patent number: JP2001329369
Publication date: 2001-11-27
Inventor: MURAYAMA HITOSHI; AKIYAMA KAZUYOSHI;
 SHIRASAGO TOSHIYASU; OTSUKA TAKASHI; HOSOI
 KAZUTO; TAZAWA DAISUKE; AOIKE TATSUYUKI
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: C23C16/44; C23C16/52; H01L21/205; H01L21/3065
 - european:
Application number: JP20000146522 20000518
Priority number(s):

Abstract of JP2001329369

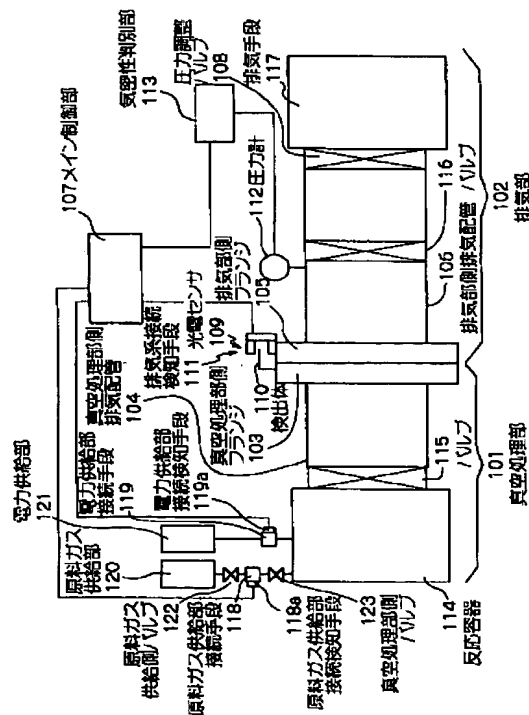
PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent vacuum treatment from being exerted in an uncertain state of connection between a vacuum treatment section and an exhaust section.

SOLUTION: A vacuum treatment system has: a means 111 of detecting the connection of an exhaust system, which is constituted of a detecting element 110 provided to a vacuum-treatment-section-side flange 103 of the vacuum treatment section 101 and a photoelectric sensor 109 set at an exhaust-section-side flange 105 of the exhaust section 102 and is used for detecting whether the vacuum-treatment-section-side flange 103 and the exhaust-section-side flange are connected; a means 118a of detecting the connection of a source-gas-feed section, which is provided in a source-gas-feed-section-connecting means 118; and a means 119a of detecting the connection of a power supply section, which is provided in a power-supply-section-connecting means 119. Further, this system has: an airtightness discriminating section 113 for checking the airtightness in the connection between the vacuum treatment section 101 and the exhaust section 102; and a main control section 107, to which output signals from the means 111 of detecting the connection of the exhaust system, the means 118a of detecting the connection of the source-gas-feed section, the means 119a of detecting the connection of the power supply section and the airtightness-discriminating section 113 are inputted.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(11)特許出願公開番号
特開2001-329369
(P2001-329369A)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空処理を施すべき基体が内部に載置される反応容器を有する、少なくとも減圧可能な真空処理部と、該真空処理部内を排気するための排気部と、前記真空処理部内に原料ガスを導入するためのガス供給部と、ガスをプラズマ化するための電力を印加する電力供給部とを有する真空処理装置において、前記真空処理部は前記排気部に対して着脱可能であり、前記真空処理部と前記排気部とが接続された排気系接続完了状態であるか、接続されていない排気系接続未完了状態であるかどうかを検知するための排気系接続検知手段を有することを特徴とする真空処理装置。

【請求項2】 前記排気系接続検知手段から出力された排気系信号が前記排気系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とする制御部を有する請求項1に記載の真空処理装置。

【請求項3】 前記排気系接続検知手段から出力された排気系信号が前記排気系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、前記排気系信号が前記接続未完了状態であることを表示する排気系表示手段を有する請求項1または2に記載の真空処理装置。

【請求項4】 前記真空処理部は前記ガス供給部に対して着脱可能であり、前記真空処理部と前記ガス供給部とが接続されたガス系接続完了状態であるか、接続されていないガス系接続未完了状態であるかどうかを検知するためのガス供給系接続検知手段を有する請求項1ないし3のいずれか1項に記載の真空処理装置。

【請求項5】 前記制御部は、前記ガス供給系接続検知手段から出力されたガス供給系信号が前記ガス系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とする請求項4に記載の真空処理装置。

【請求項6】 前記ガス供給系接続検知手段から出力されたガス供給系信号が前記ガス系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、前記ガス供給系信号が前記ガス系接続未完了状態であることを表示するガス供給系表示手段を有する請求項4または5に記載の真空処理装置。

【請求項7】 前記真空処理部は前記電力供給部に対して着脱可能であり、前記真空処理部と前記電力供給部とが電気的に接続された電力系接続完了状態であるか、電気的に接続されていない電力系接続未完了状態であるかどうかを検知するための電力供給系接続検知手段を、前記真空処理部と前記電力供給部とが接続される電力供給系接続部に有する請求項1ないし6のいずれか1項に記載の真空処理装置。

【請求項8】 前記制御部は、前記電力供給系接続検知手段から出力された電力供給系信号が前記電力系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とする請求項7に記載の真空処

理装置。

【請求項9】 前記電力供給系接続検知手段から出力された電力供給系信号が前記電力系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、前記電力供給系信号が前記電力系接続未完了状態であることを表示する電力供給系表示手段を有する請求項7または8に記載の真空処理装置。

【請求項10】 前記排気系接続検知手段からの、前記排気系接続完了状態であることを示す出力信号が入力されることで、前記真空処理部と前記排気部との接続部分の気密チェックを行う気密チェック手段を有する請求項1ないし9のいずれか1項に記載の真空処理装置。

【請求項11】 前記気密チェック手段は、前記真空処理部と前記排気部とを接続することで形成される空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での前記圧力の変動を検知する請求項10に記載の真空処理装置。

【請求項12】 前記真空処理部は、前記反応容器と前記排気部に接続される接続部との間に少なくとも1つのバルブを有し、前記気密チェック手段は、前記バルブを閉じることで形成される、前記真空処理部側を含まない前記空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での前記圧力の変動を検知する請求項10に記載の真空処理装置。

【請求項13】 前記制御部は、前記気密チェック後に所定値以上の気密性が確保されているか否かを判別する気密性判別部を有し、前記気密性判別部から気密が確保されていない信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とする請求項10ないし12のいずれか1項に記載の真空処理装置。

【請求項14】 前記制御部は、前記排気系接続検知手段からの前記排気系接続完了状態の信号と、前記ガス供給系接続検知手段からの前記ガス系接続完了状態の信号と、前記電力供給系接続検知手段からの電力系接続完了状態の信号と、前記気密性判別部からの前記気密が確保されている信号とが全て入力されてはじめて、真空処理を開始可能な状態とする請求項13に記載の真空処理装置。

【請求項15】 減圧可能な真空処理部内に基体を載置し、前記真空処理部内を前記真空処理部に接続された排気部により排気し、前記真空処理部に接続されたガス供給部から前記真空処理部内へとガスを導入し、前記真空処理部に接続された電力供給部から前記真空処理部内へとガスをプラズマ化するための電力を印加し、ガスを分解して、前記基体に処理を施す真空処理方法において、前記真空処理部と前記排気部とが接続されたかどうかを検知する排気系検知工程を含み、検知結果が、前記真空処理部と前記排気部とが接続された排気系接続完了状態であることを示している場合は次の工程に進むことを特徴とする真空処理方法。

【請求項16】 前記真空処理部と前記ガス供給部とが

接続されたかどうかを検知するガス供給系検知工程を含み、検知結果が、前記真空処理部と前記ガス供給部とが接続されたガス供給系接続完了状態であることを示している場合は次の工程に進む請求項15に記載の真空処理方法。

【請求項17】 前記真空処理部と前記電力供給部とが接続されたかどうかを検知する電力供給系検知工程を含み、検知結果が、前記真空処理部と前記電力供給部とが電気的に接続された電力供給系接続完了状態であることを示している場合は次の工程に進む請求項15または16に記載の真空処理方法。

【請求項18】 前記排気系検知工程後に、前記真空処理部と前記排気部との接続部の気密チェックを行う気密チェック工程を含み、気密性が確保されている状態である場合は次の工程に進む請求項15ないし17のいずれか1項に記載の真空処理方法。

【請求項19】 前記気密チェック工程は、前記真空処理部と前記排気部とを接続することで形成される空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での前記圧力の変動を検知する工程を含む請求項18に記載の真空処理方法。

【請求項20】 前記気密チェック工程は、前記真空処理部の、前記基体を載置する前記反応容器と、前記排気部に接続される接続部との間に設けられた少なくとも1つのバルブを閉じることで形成される、前記真空処理部側を含まない前記空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での前記圧力の変動を検知する工程を含む請求項18に記載の真空処理方法。

【請求項21】 真空処理は、前記排気系検知工程と、前記ガス供給系検知工程と、前記電力供給系検知工程と、前記気密チェック工程との全てが終了した後に行われる請求項18ないし20のいずれか1項に記載の真空処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は堆積膜形成、エッチング等の、半導体デバイス、電子写真用感光体、画像入力用ラインセンサ、撮影デバイス、光起電力デバイス等の形成に用いる真空処理装置および真空処理方法に関する。

【0002】なお、本明細書において、“真空処理部と排気部とが接続完了”とは、真空処理部の排気部に対する接合部の接合面と、排気部の真空処理部に対する接合部の接合面とが実質的に密着し、各接合面間に実質的に間隙が形成されていない状態を指し、“真空処理部と排気部とが接続未完了”とは、各接合面とが実質的に密着しておらず、各接合面間に実質的に間隙が形成された状態を指すものとする。

【0003】また、“真空処理部と原料ガス供給部とが接続完了”とは、真空処理部の原料ガス供給部に対する

接合部の接合面と、原料ガス供給部の真空処理部に対する接合部の接合面とが実質的に密着し、各接合面間に実質的に間隙が形成されていない状態を指し、“真空処理部と原料ガス供給部とが接続未完了”とは、各接合面とが実質的に密着しておらず、各接合面間に実質的に間隙が形成された状態を指すものとする。

【0004】さらに、“真空処理部と電力供給部とが接続完了”とは、真空処理部と電力供給部とが電気的に接続された状態を指し、“真空処理部と電力供給部とが接続未完了”とは、真空処理部と電力供給部とが電気的に接続されていない状態を指すものとする。

【0005】

【従来の技術】従来、半導体デバイス、電子写真用感光体、画像入力用ラインセンサ、撮影デバイス、光起電力デバイス、その他各種エレクトロニクス素子、光学素子等の形成に用いる真空処理方法として、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、プラズマエッチング法等、多数知られており、そのための装置も実用に付されている。

【0006】例えばプラズマCVD法、すなわち、原料ガスを直流または高周波あるいはマイクロ波グロー放電により分解し、基板上に薄膜状の堆積膜を形成する方法は好適な堆積膜形成手段として実用化されており、例えば電子写真用水素化アモルファスシリコン（以下、「a-Si:H」と表記する）堆積膜の形成等に利用され、そのための装置も各種提案されている。

【0007】このような堆積膜の形成装置および形成方法は概略以下のようなものである。図10は電源としてRF帯の周波数を用いたRFプラズマCVD法（以後「RF-PCVD」と略記する）による堆積膜形成装置、具体的には電子写真用光受容部材の形成装置の一例を示す模式的な構成図である。図10に示す形成装置の構成は以下の通りである。

【0008】この堆積膜形成装置は大別すると、反応容器1および排気部2からなる堆積装置10と、堆積膜の原料となる原料ガスを供給する原料ガス供給装置50から構成されている。堆積装置10の反応容器1内には、堆積膜が形成される円筒状基体12を支持する、基体加熱用ヒータを内蔵した基体支持体13と、原料ガス供給装置50から供給される原料ガスを反応容器1の内部に導入する原料ガス導入管14とが設置され、さらに高周波マッチングボックス15が反応容器1の一部を構成するカソード電極11に接続されている。また、この反応容器1は、排気部2を介して、反応容器1内を減圧にするための真空ポンプ等の不図示の排気装置に接続されている。

【0009】カソード電極11は碍子20によりアース電位と絶縁され、基体支持体13を通してアース電位に維持されアノード電極を兼ねた円筒状基体12との間に高周波電圧が印加可能となっている。

【0010】原料ガス供給装置50は、 SiH_4 、 GeH_4 、 H_2 、 CH_4 、 B_2H_6 、 PH_3 等の原料ガスを内部に保持するボンベ21～26と、配管の開閉用のバルブ31～36、流入バルブ41～46、および流出バルブ51～56と、原料ガスを流量を調整するマスフローコントローラ71～76と、原料ガスの圧力を調整する圧力調整器61～66とから構成され、各原料ガスのボンベは補助バルブ80を介して反応容器1内のガス導入管14に接続されている。

【0011】この堆積膜形成装置を用いた堆積膜の形成は、例えば以下に行なうことができる。

【0012】まず、反応容器1内に円筒状基体12を設置し、排気装置により反応容器1内を排気する。続いて、基体支持体13に内蔵された基体加熱用ヒータにより円筒状基体12の温度を200℃ないし350℃の所定の温度に制御する。

【0013】堆積膜形成用の原料ガスを反応容器1に流入させるには、まず、ガスボンベのバルブ31～36、反応容器のリークバルブ17が閉じられていることを確認するとともに、流入バルブ41～46、流出バルブ51～56、補助バルブ80が開かれていることを確認し、次いで、メインバルブ18を開いて反応容器1およびガス配管内16を排気する。

【0014】次に真空計19の読みが約 1×10^{-3} Paになった時点で補助バルブ80および流出バルブ51～56を閉じる。その後、ガスボンベ21～26より各ガスをバルブ31～36を開いて配管内に導入し、圧力調整器61～66により各ガス圧を 2 kg/cm^2 に調整する。次に、流入バルブ41～46を徐々に開けて、各ガスをマスフローコントローラ71～76内に導入する。

【0015】以上のようにして成膜の準備が完了した後、以下の手順で堆積膜の各層の形成を行う。

【0016】まず、円筒状基体12が所定の温度になったところで流出バルブ51～56のうちの必要なものおよび補助バルブ80を徐々に開き、ガスボンベ21～26から所定のガスをガス導入管14を介して反応容器1内に導入する。次にマスフローコントローラ71～76によって各原料ガスが所定の流量になるように調整する。その際、反応容器1内の圧力が所定の値になるように真空計19を見ながらメインバルブ18の開口を調整する。内圧が安定したところで、周波数13.56 MHzのRF電源（不図示）を所望の電力に設定して、マッチングボックス15、カソード電極11を通じて反応容器1内にRF電力を導入し、円筒状基体12をアノードとして作用させてグロー放電を生起させる。この放電エネルギーによって反応容器内に導入された原料ガスが分解され、円筒状基体12上に所定のシリコンを主成分とする堆積膜が形成される。所望の膜厚の形成が行われた後、RF電力の供給を止め、流出バルブを閉じて反応容

器へのガスの流入を止め、堆積膜の形成を終える。

【0017】同様の操作を複数回繰り返すことによって、所望の多層構造の光受容層が形成される。それぞれの層を形成する際には必要なガス以外の流出バルブはすべて閉じられていることは言うまでもなく、また、それぞれのガスが反応容器1内、流出バルブ51～56から反応容器1に至る配管内に残留することを避けるために、流出バルブ51～56を閉じ、補助バルブ80を開き、さらにメインバルブ18を全開にして系内を一旦高真空に排気する操作を必要に応じて行う。

【0018】膜形成の均一化を図るために、層形成を行っている間は、円筒状基体12を駆動装置（不図示）によって所定の速度で回転させることも有効である。

【0019】さらに、上述のガス種およびバルブ操作は各々の層の作成条件にしたがって変更が加えられることは言うまでもない。

【0020】このような上記従来のRF帯の周波数を用いたRFプラズマCVD法による堆積膜形成装置、形成方法に加え、さらには近年、VHF帯の高周波電力を用いたVHFプラズマCVD（以後「VHF-PCVD」と略記する）法が注目を浴びており、これを用いた各種堆積膜形成の開発も積極的に進められている。これはVHF-PCVD法では膜堆積速度が速く、また高品質な堆積膜が得られるため、製品の低コスト化、高品質化を同時に達成し得るものと期待されるためである。例えば特開平6-287760号公報にはa-Si系電子写真用光受容部材形成に用いる装置および方法が開示されている。また、複数の電子写真用光受容部材を同時に形成でき、生産性の極めて高い堆積膜形成装置の開発も進められている。

【0021】図11(a)は、上述したような堆積膜形成装置の一例の概略側断面図であり、図11(b)は図11(a)の切断線A-A'に沿う概略断面図である。反応容器301の側面には排気管311が一体的に形成され、排気管311の他端は不図示の排気装置に接続されている。反応容器301の中心部を取り囲むように、堆積膜の形成される6本の円筒状基体305が互いに平行になるように配置されている。各円筒状基体305は回転軸308によって保持され、発熱体307によって加熱されるようになっている。モータ309を駆動すると、減速ギア310を介して回転軸308が回転し、円筒状基体305がその母線方向中心軸のまわりを自転するようになっている。

【0022】反応容器301内には原料ガスが原料ガス供給手段312より供給される。VHF電力はVHF電源303よりマッチングボックス304を経てカソード電極302より反応容器301内に供給される。この際、回転軸308を通してアース電位に維持された円筒状基体305がアノード電極として作用する。

【0023】このような装置を用いた堆積膜形成は概略

以下のような手順により行なうことができる。

【0024】まず、反応容器301内に円筒状基体305を設置し、不図示の排気装置により排気管311を通して反応容器301内を排気する。続いて、発熱体307により円筒状基体305を200℃～300℃程度の所定の温度に加熱・制御する。円筒状基体305が所定の温度となったところで、原料ガス供給手段313を介して、原料ガスを反応容器301内に導入する。原料ガスの流量が設定流量となり、また、反応容器301内の圧力が安定したのを確認した後、高周波電源303よりマッチングボックス304を介してカソード電極302へ所定のVHF電力を供給する。これにより、反応容器301内にVHF電力が導入され、反応容器301内にグロー放電が生起し、原料ガスは励起解離して円筒状基体305上に堆積膜が形成される。

【0025】所望の膜厚の形成が行なわれた後、VHF電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終える。同様の操作を複数回繰り返すことによって、所望の多層構造の光受容層が形成される。

【0026】堆積膜形成中、回転軸308を介して円筒状基体305をモータ309により所定の速度で回転させることにより、円筒状基体表面全周に渡って均一な堆積膜が形成される。また、特開平8-253865号公報においては、複数の電極を用いて複数の基体上に同時に堆積膜形成する技術に関して開示されており、生産性の向上、堆積膜特性の均一性向上の効果を達成することができることが示されている。このような装置形態は、例えば図12のような堆積膜形成装置で実現可能である。

【0027】図12(a)は、上述した堆積膜形成装置の概略側断面図、であり、図12(b)は図12(a)のB-B'線での概略断面図である。反応容器400の上面には排気口405が一体的に形成され、排気口405の他端は不図示の排気装置に接続されている。反応容器400中には、堆積膜の形成される複数の円筒状基体401が互いに平行になるように配置されている。各円筒状基体401は軸406によって保持され、発熱体407によって加熱されるようになっている。必要に応じて、不図示のモータ等の駆動手段により、軸406を介して円筒状基体401を自転させるようになっている。

【0028】VHF電力はVHF電源403よりマッチングボックス404を経てカソード電極402より反応容器400内に供給される。この際、軸406を通してアース電位に維持された円筒状基体401がアノード電極として作用する。

【0029】原料ガスは、反応容器400内に設置された不図示の原料ガス供給手段により、反応容器400内に供給される。

【0030】このような装置を用いた堆積膜形成は図11に示した堆積膜形成装置の場合と同様の手順により行なうことができる。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の方法および装置により、良好な堆積膜形成、即ち真空処理がなされる。しかしながら、実際の生産を考えた場合、さらなる工夫の余地が存在する。

【0032】今日、このような真空処理装置、真空処理方法を利用した製品は多種多様に渡っており、各々の製品によって使用する真空処理装置が異なる場合が多い。これは、各製品に最も適した寸法、材質等を用いた真空処理装置を各々使用するためである。例えば、電子写真用感光体の生産においては、その生産する電子写真感光体の径に応じて真空処理装置、より具体的には堆積膜形成装置の寸法、特にカソード寸法を変える場合がある。

【0033】このような状況下において、真空処理部と排気装置が実質的に一体化されている場合、異なる製品を新規生産する場合には、排気装置をも含めて新たな生産ラインを増設するか、従来の生産ラインを改造し、新規の真空処理部を従来の真空処理部に置き換える必要がある。新規生産ラインの増設には多大な設備投資が必要であり、また、新規の真空処理部を従来の真空処理部に置き換える場合には、その改造中は生産ラインが稼働できず、生産効率が低下してしまう。

【0034】さらに、従来製品と新規製品を並行して生産する場合には、各々別個の生産ラインを持つことになるが、それぞれの必要生産数が変化しても、即座に生産ライン数比率を調整することができない。

【0035】このような点から、真空処理装置を真空処理部と排気部・ガス供給部・電力供給部が分離可能な構成とし、生産計画に応じて、必要な製品に対応した真空処理部を排気部・ガス供給部・電力供給部に接続、真空処理することは生産における柔軟性を高め、生産効率の向上、生産コストの低減を可能とする。このような装置構成においては、また、真空処理部を可動とすることにより、基体の真空処理部中への設置は、真空処理部を基体設置用のステージに移動して行うことができる。このため、真空処理部固定時のように、各真空処理部へ基体を搬送・設置するための大規模な基体搬送装置が不要となり、生産システムの簡素化が可能となる。

【0036】このように真空処理装置を真空処理部と排気部・ガス供給部・電力供給部が分離可能な構成とすることは特開平10-168576号公報に開示されており、実際に大きなメリットを有する。

【0037】しかしながら、このような真空処理においては、真空処理部と排気部が接続未完了状態であるにもかかわらず、誤って次工程を開始してしまうといった誤操作を原因とする、真空処理装置、特に排気部の耐久性低下や真空処理ロット間での特性再現性低下、作業効率低下を生じる場合があり、上述したようなメリットを十分に活かしきれない場合があった。

【0038】接続未完了状態で真空処理工程が進行する

と、例えば、接続未完了状態で接続部の排気を開始した場合、大量の外気を排気することとなるため排気装置、バルブ、圧力調整器等が過負荷となり、損傷を生じたり、耐久性を低下させてしまう場合がある。また、反応容器内へのダストの混入により被処理物が使用不能となったり、再度被処理物をセッティングし直す必要が生じる等、コスト的、効率的な面で大きなデメリットが生じる場合がある。このような、装置に対する過負荷、被処理物への悪影響は、排気開始時やバルブを開いた瞬間といった過渡期での影響が非常に大きく、例えば、真空処理部と排気部が接続未完了状態であることに気づいて直ちに排気工程を停止したとしても、既に影響が多大となっている場合が多い。

【0039】また、接続未完了状態で真空処理工程が開始されると、その後数ロットにおいて真空処理特性が変化してしまう場合がある。この原因についての詳細は明らかになっていないが、おそらく排気配管、あるいは反応容器中に多量の外気が流入することとなり、そこでの外気中水分の吸着やダストの付着によって真空処理中に酸素等の不純物が混入してしまうためではないかと推測される。

【0040】このようなことから、真空処理部と排気部が接続未完了状態である際には次工程への進行を確実に停止させておくことがコスト上、処理特性の安定上、更には作業効率の向上の上で非常に重要となる。

【0041】そこで、本発明の目的は、生産における柔軟性向上、生産効率の向上、生産コストの低減、生産システムの簡素化が可能で、装置の耐久性が高く、ロット間での特性再現性が高く、さらには作業効率の高い真空処理装置をおよび真空処理方法を提供することにある。

【0042】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記目的を達成すべく鋭意検討を行った結果、真空処理装置、特に排気部の耐久性低下や真空処理ロット間での特性再現性低下、作業効率低下は真空処理部と排気部が接続未完了状態であるにもかかわらず、誤って次工程を開始してしまう誤操作が大きく影響していることを見出した。

【0043】そして、真空処理部が排気部に対して着脱可能な真空処理装置・真空処理方法において、真空処理部と排気部の接続状態を確実に認識可能とし、接続未完了状態で次工程へ進行してしまう誤操作抑止能力を高めることで上記目的が達成可能であることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0044】すなわち、本発明の真空処理装置は、真空処理を施すべき基体が内部に載置される反応容器を有する、少なくとも減圧可能な真空処理部と、該真空処理部内を排気するための排気部と、前記真空処理部内に原料ガスを導入するためのガス供給部と、ガスをプラズマ化するための電力を印加する電力供給部とを有する真空処理装置において、前記真空処理部は前記排気部に対して

着脱可能であり、前記真空処理部と前記排気部とが接続された排気系接続完了状態であるか、接続されていない排気系接続未完了状態であるかどうかを検知するための排気系接続検知手段を有することを特徴とする。

【0045】上記の通り構成された本発明の真空処理装置は、真空処理部と排気部とが接続されたかどうかを検出する手段を有する。このため、所望の接続がなされずに真空処理を行うといった誤操作を防止できる。なお、真空処理部が排気部に接続完了状態であるか、接続未完了状態であるかを検知する具体的な検知方法には特に制限はない。例えば、真空処理部と排気部が当接したことを光電センサ、機械的スイッチ、圧力センサ、近接センサ、超音波センサ、磁気センサ、あるいは電気インピーダンス測定等の従来公知の方法で検知することができる。

【0046】また、本発明の真空処理装置は、排気系接続検知手段から出力された排気系信号が排気系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とする制御部を有するものであってもよい。この場合、排気系の接続が未完了な状態では真空処理が行われないようにする自動制御が可能となる。

【0047】また、排気系接続検知手段から出力された排気系信号が排気系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、排気系信号が接続未完了状態であることを表示する排気系表示手段を有するものであってもよい。この場合、排気系の接続が未完了な状態で真空処理を行わないようにするため、作業者が直接、真空処理装置を停止させることができ、また、上述の制御部と併せて使用することでさらに誤操作防止の確実性を高めることができる。

【0048】また、本発明の真空処理装置は、真空処理部はガス供給部に対して着脱可能であり、真空処理部とガス供給部とが接続されたガス系接続完了状態であるか、接続されていないガス系接続未完了状態であるかどうかを検知するためのガス供給系接続検知手段を有するものであってもよい。さらに、制御部は、ガス供給系接続検知手段から出力されたガス供給系信号がガス系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とするものであってもよいし、ガス供給系接続検知手段から出力されたガス供給系信号がガス系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、ガス供給系信号がガス系接続未完了状態であることを表示するガス供給系表示手段を有するものであってもよい。

【0049】また、本発明の真空処理装置は、真空処理部は電力供給部に対して着脱可能であり、真空処理部と電力供給部とが電氣的に接続された電力系接続完了状態であるか、電氣的に接続されていない電力系接続未完了状態であるかどうかを検知するための電力供給系接続検

知手段を、真空処理部と電力供給部とが接続される電力供給系接続部に有するものであってもよい。さらに、制御部は、電力供給系接続検知手段から出力された電力供給系信号が電力系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とするものであってもよいし、電力供給系接続検知手段から出力された電力供給系信号が電力系接続未完了状態であることを示す信号が入力されることで、電力供給系信号が前記電力系接続未完了状態であることを表示する電力供給系表示手段を有するものであってもよい。

【0050】また、本発明の真空処理装置は、排気系接続検知手段からの、排気系接続完了状態であることを示す出力信号が入力されることで、真空処理部と排気部との接続部分の気密チェックを行う気密チェック手段を有するものであってもよいし、気密チェック手段は、真空処理部と排気部とを接続することで形成される空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での圧力の変動を検知するものであってもよい。さらに、真空処理部は、反応容器と排気部に接続される接続部との間に少なくとも1つのバルブを有し、気密チェック手段は、バルブを閉じることで形成される、真空処理部側を含まない空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での圧力の変動を検知するものであってもよい。また、制御部は、気密チェック後に所定値以上の気密性が確保されているか否かを判別する気密性判別部を有し、気密性判別部から気密が確保されていない信号が入力されることで、真空処理を開始不能な状態とするものであってもよい。

【0051】また、制御部は、排気系接続検知手段からの排気系接続完了状態の信号と、ガス供給系接続検知手段からのガス系接続完了状態の信号と、電力供給系接続検知手段からの電力系接続完了状態の信号と、気密性判別部からの気密が確保されている信号とが全て入力されてはじめて、真空処理を開始可能な状態とするものであってもよい。この場合、真空処理部に対して、排気部、ガス供給部、および電力供給部が確実に接続され、さらに、真空処理部と排気部との接続部における気密がチェックされて所望の気密が確保されてはじめて真空処理がなされるため、真空処理部内に外気が混入する等の上述した問題をさらに確実に回避できる。

【0052】また、本発明の真空処理方法は、減圧可能な真空処理部内に基体を載置し、前記真空処理部内を前記真空処理部に接続された排気部により排気し、前記真空処理部に接続されたガス供給部から前記真空処理部内へとガスを導入し、前記真空処理部に接続された電力供給部から前記真空処理部内へとガスをプラズマ化するための電力を印加し、ガスを分解して、前記基体に処理を施す真空処理方法において、前記真空処理部と前記排気部とが接続されたかどうかを検知する排気系検知工程を含み、検知結果が、前記真空処理部と前記排気部とが接続された排気系接続完了状態であることを示している場

合は次の工程に進むことを特徴とする。

【0053】上述の通りの本発明の真空処理方法は、真空処理部と排気部とが接続された状態である排気系接続完了状態となったかどうかを確認してから次の工程に進み、排気系接続完了状態でない場合には次の工程に進まない。このため、真空処理部と排気部とが接続不十分な状態で次の工程、例えば真空処理等の工程が行われることがない。

【0054】また、本発明の真空処理方法は、真空処理部とガス供給部とが接続されたかどうかを検知するガス供給系検知工程を含み、検知結果が、真空処理部とガス供給部とが接続されたガス供給系接続完了状態であることを示している場合は次の工程に進むものであってもよいし、真空処理部と電力供給部とが接続されたかどうかを検知する電力供給系検知工程を含み、検知結果が、真空処理部と電力供給部とが電気的に接続された電力供給系接続完了状態であることを示している場合は次の工程に進むものであってもよい。

【0055】さらに、排気系検知工程後に、真空処理部と排気部との接続部の気密チェックを行う気密チェック工程を含み、気密性が確保されている状態である場合は次の工程に進むものであってもよい。この気密チェック工程は、真空処理部と排気部とを接続することで形成される空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での前記圧力の変動を検知する工程を含むものであってもよいし、真空処理部の、基体を載置する反応容器と、排気部に接続される接続部との間に設けられた少なくとも1つのバルブを閉じることで形成される、真空処理部側を含まない空間の圧力を所定圧力とした後、所定時間内での圧力の変動を検知する工程を含むものであってもよい。

【0056】また、真空処理は、排気系検知工程と、ガス供給系検知工程と、電力供給系検知工程と、気密チェック工程との全てが終了した後に行われるものであってもよい。

【0057】

【発明の実施の形態】次に図面を参照しながら本発明の実施形態に関して説明する。

(第1の実施形態) 図1に本発明の第1の実施形態の真空処理装置の一例の概略構成図を示す。本実施形態の真空処理装置は、内部で真空処理が可能な反応容器114を有する真空処理部101と、排気手段117を有する排気部102とで概略構成される。反応容器114から延びた真空処理部側排気配管104の端面に設けられた、検出体110を有する真空処理部側フランジ103と、排気手段117から延びた排気部側排気配管106の端面に設けられた、光電センサ109を有する排気部側フランジ105とが接続されることで、真空処理部101と排気部102との接続がなされる。

【0058】反応容器114には、原料ガス供給部接続検知手段118aを備えた原料ガス供給部接続手段11

8を介して、 SiH_4 、 GeH_4 、 H_2 、 CH_4 、 B_2H_6 、 PH_3 等の原料ガスを内部に保持する原料ガス供給部120が接続されている。反応容器114と原料ガス供給部接続手段118との間には真空処理部側バルブ123を有しており、また、原料ガス供給部120と原料ガス供給部接続手段118との間には原料ガス側バルブ122が設けられている。さらに、反応容器114には、電力供給部接続検知手段119aを備えた電力供給部接続手段119を介して、反応容器114に電力を供給する電力供給部121が接続されている。また、真空処理部側排気配管104と反応容器114との間にはバルブ115が設けられている。

【0059】排気部102の排気部側排気配管106には、バルブ116と、圧力調整バルブ108とが設けられている。また、この排気部側排気配管106には、真空処理部側排気配管104と排気部側排気配管106とにより形成される接続部空間の圧力を測定する圧力計112が設けられており、この圧力計112には、圧力計112から出力された信号に基づいて接続部空間の圧力変動を所定時間前後で比較し、所定値以上の気密性が確保されているか否かを判別するための気密性判別部113が接続されている。

【0060】なお、圧力計112は図1においては排気部側排気配管106に設置されているが、真空処理部側排気配管104に設置してもよい。また、圧力計112の種類には特に制限はなく、例えば、ダイヤフラム真空計、電離真空計、ピラニ真空計、ブルドン管真空計、液柱差真空計、マクレオド真空計、熱電対真空計、サーミスタ真空計、ベニング真空計、マグネトロン真空計、クヌーセン真空計、粘性真空計等が使用可能であるが、圧力変動をチェックする際の圧力値が感度良く、安定して測定できるものを適宜選択することが好ましい。

【0061】排気系接続検知手段111は、上述の光電センサ109および検出体110からなる。

【0062】メイン制御部107は、真空処理装置全体を制御・動作させるためのものであり、特に、必要に応じて気密性判別部113、排気系接続検知手段111、原料ガス供給部接続検知手段118a、および電力供給部接続検知手段119aからの信号に基づいて各部を制御・動作させるものである。

【0063】次に、排気系接続検知手段111近傍の拡大図である図2を用いて、真空処理部101と排気部102との接続状態に関して説明する。

【0064】図2(a)は排気部102と真空処理部101とが接続未完了状態の概略図であり、図2(b)は排気部102と真空処理部101とが接続完了状態の概略図である。

【0065】真空処理部側フランジ103と排気部側フランジ105は互いに当接することにより、Oリング等の真空封止部材(不図示)により真空気密可能となっ

ている。

【0066】光電センサ109は、投光部109aと、受光部109bとからなる。真空処理部側フランジ103が排気部側フランジ105に当接すると、検出体110が投光部109aからの光を遮光し、受光部109bが、真空処理部側フランジ103が排気部側フランジ105に当接したことを検知する。このような構成においては、排気部側フランジ105と真空処理部側フランジ103の当接面が傾きなく密接していることを検知するために、排気系接続検知手段111は当接面の周方向に複数設置することが好ましい。

【0067】検知結果を示す信号は、例えばランプ等の表示信号でもよいし、電気的信号、機械的信号等でもよい。例えば表示信号の場合、真空処理部側フランジ103と排気部側フランジ105との接続が終了していない状態、すなわち、真空処理部101と排気部102とが接続未完了状態である間はパトライトを点灯させる等の手段により、装置の接続状態を容易・確実に認識可能とすることができる。

【0068】さらに、メイン制御部107は、上記信号に基づいて、真空処理部101と排気部102とが接続未完了状態であることを検知している間は真空処理工程を開始不能な状態とする制御システムを具備することが効果的である。このような装置構成とすることで、真空処理部101と排気部102とが接続未完了のまま、真空処理を行うことで生じる前述したような問題が極めて効果的に抑制される。

【0069】また、同様に、原料ガス供給部接続手段118の原料ガス供給部接続検知手段118aは、真空処理部101が原料ガス供給部120に接続完了状態であるか、接続未完了状態であるか検知し、検知結果を信号出力可能な構成とすることがさらに効果的である。このような構成とすることで、排気部102に関する場合と同様に、真空処理部101と原料ガス供給部120の接続忘れ、接続不良が防止される。この結果、例えば接続がなされない状態でガス供給配管内を真空引きして、配管内に外気中のダストが大量吸引される等の問題が回避可能となる。具体的な検知方法は真空処理部101と排気部102の接続検知の場合と同様にして行うことができる。また、メイン制御部107は、この信号に基づいて、真空処理部101が原料ガス供給部120から接続未完了状態であることを検知している間は真空処理の工程の開始を不能状態とする制御システムを具備することが上述した問題を防止する上でさらに効果的である。

【0070】さらに、また、電力供給部接続手段119の電力供給部接続検知手段119aは、真空処理部101が電力供給部121に接続完了状態であるか、接続未完了状態であるか検知し、検知結果を信号出力可能な構成とすることが効果的である。このような構成とすることで、排気部102に関する場合と同様に、真空処理部

101と電力供給部121の接続忘れ、接続不良が防止される。この結果、例えば接続がなされない状態で高周波電力供給を行って周囲の機器にノイズに起因する誤作動を引き起こす等の問題が回避可能となる。また、メイン制御部107は、信号に基づいて、真空処理部101が電力供給部121から接続未完了状態であることを検知している間は真空処理の工程を開始不能な状態とする制御システムを具備することが上述した問題を防止する上でさらに効果的である。

【0071】なお、原料ガス供給部接続検知手段118aおよび電力供給部接続検知手段119aの構成も排気系接続検知手段111と同様のものであってもよいし、特に電力供給部接続検知手段119aは、電気的な導通を確認することで電氣的に接続がなされていることを確認するものであってもよい。

【0072】本実施形態においてはさらに、真空処理部101が排気部102に接続完了状態であることを検知した後、その検知信号に基づいて、引き続き真空処理部101と排気部102の接続部分の気密チェックがなされる装置構成とすることで、生産の安定性を高めることができる。例えば、真空処理部101と排気部102を接続完了した後、真空処理部側排気配管104と排気部側排気配管106で形成される空間を気密チェックする構成とする。

【0073】これは、真空処理部101を排気部102に接続した際に、真空処理部側フランジ103と排気部側フランジ105の間でなされる真空封止が不十分で、真空処理部側排気配管104と排気部側排気配管106で形成される空間の気密性が不十分の場合、真空処理中に真空処理部101に大気が混入し、良好な真空処理がなされなくなり、生産の安定性を低下させる可能性があるためである。本実施形態においては、気密性が真空処理開始前にあらかじめチェックされるため、このような問題が回避可能となる。

【0074】本実施形態においては、気密チェックがなされた後、所定値以上の気密性が確保されているか否かを判別する気密性判別部を有し、該気密性判別部より判別結果に応じた信号出力することがさらに効果的である。判別結果を示す信号は、例えばランプ等の表示信号でもよいし、電氣的信号、機械的の信号等でもよい。例えば表示信号の場合、所定値以上の気密性が確保された段階でランプを点灯させる、あるいは逆に所定値以上の気密性が得られなかった場合に警告灯を点灯させる等の手段により、装置状態を容易・確実に認識可能とすることが出来、十分な気密性が確保されていないにもかかわらず、真空処理工程を開始してしまうことにより生じる問題が回避可能となる。

【0075】さらに、気密性判別部から出力される所定値以上の気密性が確保されていることを示す信号に基づいて真空処理工程を開始可能な状態とする制御システム

をメイン制御部107に有することがより効果的である。このような装置構成とすることで、十分な気密性が確保されていないにもかかわらず、真空処理工程を開始してしまうことにより生じる問題が極めて効果的に抑制される。

【0076】上述した気密チェックは、従来周知の手段・方法により行うことができる。具体的には、例えば、接続部分にガイスラ管を設置し、接続部にアセトン等の気体を吹き付け、ガイスラ管放電色の変化を検知する方法、接続部にピラニ真空計または電離真空計を設置し、接続部にアセトン、アルコール、ブタン、ヘリウム等を吹き付け、指示圧力の変化を検知する方法、接続部に圧力計を設置し、接続部を所定圧力とした後、所定時間内での圧力変動を検知する方法（ビルドアップ法）、ヘリウムリークディテクタを用いる方法等が挙げられる。

【0077】本実施形態の真空処理装置での、気密チェックは例えば以下のようにしてなされる。

【0078】まず、真空処理部101が排気部102に接続された状態で、真空処理部側排気配管104と排気部側排気配管106で形成される接続部空間を所定圧力とする。この際の圧力値としては、減圧であっても加圧であっても良いが、真空処理の際に減圧であることから、減圧とする方が好ましい。真空処理部側排気配管104と排気部側排気配管106で形成される接続部空間を所定圧力とする方法は、例えば減圧とする場合、真空処理部101側のバルブ115を閉じた状態で排気部102側のバルブ116を開いて接続部空間を排気手段117により排気し、接続部空間が所定圧力に到達した時点で排気部側バルブ116を閉じる等の方法により行うことができる。この際の所定圧力値は、排気手段117の能力、圧力計112の感度、その圧力を得るために要する排気時間、必要とする気密性等に応じて適宜設定すれば良いが、一般的に低圧力の方が気密チェック感度が高いため、可能な範囲で低圧力とすることが好ましい。

【0079】また、排気手段117とは別個に気密チェック用排気手段（不図示）を用いて、接続部空間を所定圧力としてもよい。

【0080】一方、加圧とする場合、例えば、接続部空間にガス供給手段（不図示）を設け、真空処理部101側のバルブ115、排気部102側のバルブ116を閉じた状態でガス供給手段より接続部空間に所定圧力に到達するまでガス供給することにより行うことができる。この際の所定圧力値は、気密チェック感度の点からは、外圧との差圧が大きい方が好ましいが、装置構成上の制限等を考慮して適宜決定される。

【0081】このような手段・方法により、接続部空間を所定圧力とした後、圧力計112により初期圧力を測定し、その圧力値を気密性判別部113にて記憶させる。その後、所定時間が経過した時点で再度、接続部空

間の圧力を圧力計 112 により測定し、気密性判別部 113 はその圧力値と初期圧力値を比較し、圧力変動値を算出し、その値が所定値以下であるか否かを判別する。なお、気密性判別部 113 はメイン制御部 107 内に内蔵される構成としてもよい。

【0082】さらに、本実施形態は、真空処理部 101 が少なくとも反応容器 114、排気部 102 への接続部となる真空処理部側排気配管 104、および反応容器 114 と真空処理部側フランジ 103 との間に設置されたバルブ 115 とからなる装置構成とすることで、より大きな効果を得ることが可能となる。即ち、このような装置を用い該バルブを閉状態として気密チェックを行うことで、バルブが設置されていない場合に比べて気密チェック空間が小さくなるため、気密チェック時の感度が高まると同時に、気密チェック空間を所定圧力とするのに要する時間が短くなり生産工程の時間短縮が可能となる。また、バルブ 115 を真空処理部側フランジ 103 と真空処理部側排気配管 104 との間に設けるような構成とし、バルブ 115 を閉じることで形成される空間を、実質的に真空処理部 101 側を含まない空間として気密チェックを行うようにしてもよい。

【0083】また、本実施形態は、減圧可能な真空処理部 101 内を排気部 102 により排気し、該真空処理部 101 内に原料ガス供給部 120 より原料ガスを導入し、電力供給部 121 より原料ガスをプラズマ化するための電力を印加して、原料ガスを分解することで基体上に堆積膜を形成する真空処理方法において、真空処理開始前に真空処理部 101 を排気部 102 に接続し、真空処理部 101 が排気部 102 に接続完了したことを示す信号に基づいて次工程を開始し、接続未完了の状態では、次工程を開始しないことを特徴とし、これにより、生産における柔軟性向上、生産効率の向上、生産コストの低減、生産システムの簡素化が可能で、さらに、装置の耐久性向上、ロット間での特性再現性向上、さらには作業効率を向上させることができる。

【0084】即ち、本実施形態においては、まず、真空処理開始前に真空処理部 101 を排気部 102 に接続する真空処理方法であるため、前述したように、真空処理部 101 の装置構成を変更する際にも生産ラインを停止せずに容易に変更可能であり、また、構成の異なる複数の真空処理部 101 を用いて生産を行うに際して、各種類ごとの真空処理部 101 数比率を容易に変更可能である。本実施形態では同時に、真空処理部 101 が排気部 102 に接続完了したことを示す信号に基づいて次工程を開始する真空処理方法であるため、真空処理部 101 の排気部 102 への接続忘れ、接続不良に伴う前述したような問題が防止可能となる。

【0085】このような本実施形態の真空処理の方法の一例を図 1 に示した真空処理装置を例として以下に説明する。

【0086】まず真空処理部 101 が排気部 102 から切り離された状態で、反応容器 114 内に基体を設置する。次に、真空処理部側フランジ 103 と排気部側フランジ 105 とを当接させることで真空処理部 101 を排気部 102 に接続する。この際、真空処理部 101 と排気部 102 は固定部材（不図示）により接続固定することが好ましい。次いで、真空処理部 101 を原料ガス供給部接続手段 118 により原料ガス供給部 120 に接続し、また、電力供給部接続手段 119 により電力供給部 121 に接続する。真空処理部 101 の排気部 102 への接続、原料ガス供給部 120 への接続、電力供給部 121 への接続は必ずしも上記順序で行う必要はなく、順序を変更してもよいし、同時並行的に行ってもよい。

【0087】真空処理部 101 が排気部 102 に接続完了となると排気系接続検知手段 111 により接続完了状態であることが検知され、信号出力される。その信号に基づいて、次工程を開始する。この際、出力信号がランプ等の表示信号である場合、その表示信号が接続完了状態を示す表示であることを確認して次工程を開始する。また、出力信号が電氣的信号、機械的信号の場合、真空処理部 101 が排気部 102 から切り離された状態においては、その信号に基づいて次工程の開始が不能な状態とすることが誤操作防止の上で効果的である。例えば、電氣的信号の場合、その信号をメイン制御部 107 に入力し、その信号に基づいてメイン制御部 107 が各部を動作不能状態に制御することで実現可能である。

【0088】その後、真空処理部 101 が排気部 102 に接続されたことを示す信号に基づいて、次工程の開始が可能な状態とする。次工程の開始が可能な状態となったところで、自動的に次工程を開始するシーケンスとしてもよいし、作業者の操作により次工程が開始されるシーケンスとしてもよい。例えば、排気系接続検知手段 111 から接続完了の信号がメイン制御部 107 に入力された際に、メイン制御部 107 が各部の動作不能状態を解除した後、自動的に各部を動作させて次工程を進行させる方法や、排気系接続検知手段 111 から接続完了の信号がメイン制御部 107 に入力された際に、メイン制御部 107 が各部の動作の不能状態を解除し、各部の手動での操作が可能な状態とする方法等により実現される。

【0089】真空処理が例えば堆積膜形成の場合、次工程は例えば概略以下のようなものとなる。

【0090】まず、圧力調整バルブ 108 を適当な開度に設定した後、バルブ 115 および 116 を開き、反応容器 114 内を排気手段 117 により、排気部側排気配管 106、真空処理部側排気配管 104 を通して排気する。この際、反応容器 114 内の圧力に応じて圧力調整バルブ 108 の開度を徐々に大きくし、最終的には開度を最大とする。

【0091】続いて、必要に応じて、発熱体（不図示）

により基体を所定の温度に加熱・制御する。

【0092】基体が所定の温度となったところで、原料ガス供給部120より原料ガス供給部接続手段118を介して、原料ガスを反応容器114内に導入する。なお、原料ガス供給部120から反応容器114への配管内は原料ガスの導入に先立って真空排気し外気を除去しておく。

【0093】以上の工程により、原料ガスの流量が設定流量となり、また、圧力調整バルブ108の開度を調整することで反応容器114内の圧力が所定圧力で安定したのを確認した後、電力供給部121より電力供給部接続手段119を介して反応容器114内へ電力を供給する。

【0094】これにより、反応容器114内にグロー放電が生起し、原料ガスは励起解離して基体上に堆積膜が形成される。所望の膜厚の形成が行なわれた後、電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終える。

【0095】堆積膜形成終了後、必要に応じて反応容器114内、真空処理部側排気配管104内、排気側排気配管106内、および原料ガス供給部接続手段118を含む原料ガス供給配管内を不活性ガスによりパージする。パージ終了後、バルブ116を閉め、必要に応じてバルブ115を閉めた後、不図示のベントバルブを開いて真空処理部側排気配管104内、および排気側排気配管106内を大気開放する。真空処理部101と排気部102が固定部材（不図示）により接続固定されている場合には、固定部材をはずし、また、原料ガス供給部120および電力供給部121を真空処理部101から取り外して、真空処理部101を排気部102から取り外す。このような工程を繰り返すことにより、真空処理が連続的になされる。

【0096】本実施形態においては、真空処理部101が原料ガス供給部120に接続完了したか否かを原料ガス供給部接続検知手段118aにより検知し、真空処理部101が原料ガス供給部120に接続完了したことを示す信号に基づいて次工程を開始することが、さらに効果的である。

【0097】次工程の開始は、真空処理部101が原料ガス供給部120に接続完了したことを示す信号を受けて自動的に次工程を開始するシーケンスとしてもよいし、作業者の操作により次工程が開始されるシーケンスとしてもよい。

【0098】このような本実施形態を用いた場合の具体的な手順は、例えば以下のようなものとなる。

【0099】まず、原料ガス供給部接続手段118の原料ガス供給部接続検知手段118aにより反応容器114が原料ガス供給部120に接続された時点で出力される信号に基づいて原料ガス供給部側バルブ122を開き、原料ガス供給部120に設けられた補助排気装置

（不図示）により原料ガス供給部接続手段118を含む配管内を所定圧力まで排気する。補助排気装置近傍に設けられた圧力計（不図示）により所定圧力に到達したのを確認した後、真空処理部側バルブ123を開き、原料ガス供給部120より反応容器114内に原料ガス供給可能状態とする。

【0100】このような手順・方法により、排気部102に関する場合と同様に、真空処理部101と原料ガス供給部120の接続忘れ、接続不良により生じる問題、例えば接続がなされない状態でガス供給配管内を真空引きして、配管内に外気中のダストが大量吸引される等の問題が回避可能となる。

【0101】本実施形態では、真空処理部101が電力供給部121に接続完了したか否かを電力供給部接続検知手段119aにより検知し、真空処理部101が電力供給部121に接続完了したことを示す信号に基づいて次工程を開始することが、さらに効果的である。次工程の開始は、真空処理部101が電力供給部121に接続完了したことを示す信号を受けて自動的に次工程を開始するシーケンスとしてもよいし、作業者の操作により次工程が開始されるシーケンスとしてもよい。例えば、電力供給部接続検知手段119の電力供給部接続検知手段119aから接続完了の信号がメイン制御部107に入力された際に、メイン制御部107が自動的に各部を動作させて次工程を進行させる方法や、電力供給部接続検知手段119から接続完了の信号がメイン制御部107に入力されるまではメイン制御部107が各部を動作不能状態とし、接続完了の信号がメイン制御部107に入力された時点で各部の動作不能状態を解除し、各部の手動操作可能状態とする方法等により実現される。

【0102】本実施形態においてはさらに、真空処理部101が排気部102に接続されたことを示す信号に基づいて、真空処理部101と排気部102の接続部分を気密チェックすることが効果的である。気密チェックは、例えば、真空処理部101が排気部102に接続されたことを示す信号をメイン制御部107が受けて、メイン制御部107からの信号によって必要各部が作動し自動的に気密チェックを実施するシーケンスとしてもよいし、作業者の操作により気密チェックがなされるシーケンスとしてもよい。このような手順・方法により、接続部分の気密性が確保され、真空処理中の真空処理部101中への大気混入による真空処理不良が回避され、生産の安定性向上が可能となる。

【0103】また、本実施形態においては、所定値以上の気密性が確保されていることを示す信号に基づいて、真空処理工程を開始する手順・方法とすることで、十分な気密性が確保されていないにも関わらず真空処理工程を開始してしまうことにより生じる問題、例えば真空処理特性のばらつきが極めて効果的に抑制される。具体的には、所定値以上の気密性が確保されていることを示す

信号を受けて自動的に真空処理工程を開始するシーケンスとしてもよいし、作業者の操作により真空処理工程を開始するシーケンスとしてもよい。例えば、所定値以上の気密性が確保されていることを示す信号がメイン制御部107に入力された際に、メイン制御部107が自動的に各部を動作させて次工程を進行させる方法や、所定値以上の気密性が確保されていることを示す信号がメイン制御部107に入力されるまではメイン制御部107が各部を動作不能状態とし、接続完了の信号がメイン制御部107に入力された時点で各部の動作不能状態を解除し、各部の手動操作可能状態とする方法等により実現される。

【0104】気密性が確保されているか否かは、例えば、接続部にアセトン等の気体を吹き付け、接続部分に設置されたガイスラ管の放電色の変化を基に判断する方法、接続部にアセトン、アルコール、ブタン、ヘリウム等を吹き付け、接続部に設置されたピラニ真空計または電離真空計の指示圧力の変化を基に判断する方法、接続部を所定圧力とした後、所定時間内の圧力変動値を測定し、その値を基に判断する方法（ビルドアップ法）、ヘリウムリークディテクタを用いる方法等が挙げられる。これらのうち、客観的判断のしやすさ、作業性の点から、ビルドアップ法が特に好ましい。

【0105】さらに、本実施形態は、真空処理部101が、反応容器114と、真空処理部側排気配管104との間に設置されたバルブ115を有し、バルブ115を閉状態として気密チェックを行うことで、より顕著な効果を得ることができる。即ち、このような方法においては、気密チェック空間が小さく、気密チェック時の感度が高まると同時に、気密チェック空間を所定圧力とするのに要する時間が短くなり生産工程の時間短縮が可能となる。また、このような真空処理部101を用い、真空処理部101と排気部102の接続部分の気密性が確保されているのを確認した後、バルブ115を開ける方法とすることで、あらかじめ反応容器114内を真空排気した状態、あるいはさらにあらかじめ基体を所定温度に加熱した状態で排気部102に接続することが可能となり、生産設備の効率的稼働が達成しうる。このような効果は、本実施形態において、バルブ115を閉状態として気密チェックを行うことで得られるものである。即ち、真空処理部101と排気部102の接続部分の気密性が確保されているのを確認した後、バルブ115を開ける方法としなければ、接続部分の気密性が不十分であった場合、バルブ115を開けた時点で反応容器114内に大気が混入してしまい、あらかじめ行った真空排気、基体加熱が無意味になってしまうだけでなく、基体温度によっては混入した大気により基体が酸化し、基体を破棄せざるを得ない状況となってしまうことがある。本実施形態は、このような生産性低下をもたらすトラブルなく、生産設備の効率的稼働といった効果を得ること

ができる。

【0106】なお、後述するように、真空処理部側排気配管104と真空処理部側フランジ103との間にバルブ115a（図9参照）が設置されているものであってもよい。

【0107】以上説明した本実施形態の真空処理方法の一例の各工程の概略を図3に示すフローチャートにまとめる。

【0108】まず、排気系接続検知手段111により真空処理部101と排気部102との接続状態を検知し、この排気系接続検知手段111からの信号を基にメイン制御部107で排気部側フランジ105と真空処理部側フランジ103との当接面が傾きなく密接しているかどうか、すなわち、所望の接続がなされているかどうかを判別する（ステップ151）。接続未完了の場合は、メイン制御部107で、続く真空処理工程を不能な状態、すなわち、処理を中止し（ステップ152）、接続完了の場合は、次の工程に進む。

【0109】次に、原料ガス供給部接続手段118により真空処理部101と原料ガス供給部120との接続状態を検知し、この原料ガス供給部接続手段118からの信号を基にメイン制御部107で真空処理部101と原料ガス供給部120とが所望の接続がなされているかどうかを判別する（ステップ153）。接続未完了の場合は、メイン制御部107で、続く真空処理工程を不能な状態、すなわち、処理を中止し（ステップ154）、接続完了の場合は、次の工程に進む。

【0110】次に、電力供給部接続手段119により真空処理部101と電力供給部121との電気的な接続状態を検知し、この電力供給部接続手段119からの信号を基にメイン制御部107で真空処理部101と電力供給部121とが電気的に接続されているかどうかを判別する（ステップ155）。接続未完了の場合は、メイン制御部107で、続く真空処理工程を不能な状態、すなわち、処理を中止し（ステップ156）、接続完了の場合は、次の工程に進む。

【0111】次に、真空処理部101と排気部102との気密チェックの判別を気密性判別部113で行う（ステップ157）。気密性が確保されていない場合は、続く真空処理工程を不能な状態、すなわち、処理を中止し（ステップ158）、気密性が確保されている場合は、次の工程に進む。

【0112】以上の各工程を経て、反応容器114内で真空処理を行う（ステップ159）。

【0113】なお、各判別のステップの順序は上述したように任意の順序であってもよく、また、同時に行われるものであってもよい。

【0114】以上説明したように、本実施形態の真空処理装置および真空処理方法によれば、真空処理部101と排気部102との接続が完了し、かつ、真空処理部1

01と原料ガス供給部120との接続が完了し、かつ、真空処理部101と電力供給部121との電気的な電気的な接続が完了し、かつ、真空処理部101と排気部102との気密性が確保されてからでないと、反応容器114内での真空処理を行うことができない。このため、外気混入に伴う被処理物、および真空処理装置への悪影響を阻止することができ、よって、装置の耐久性の向上、真空処理による生産性の向上が可能となる。

(第2の実施形態) 次に、図4に本発明の第2の実施形態の真空処理装置の接続部の拡大図を示す。図4(a)は真空処理部が排気部から取り外された状態の図であり、図4(b)は真空処理部を排気部に接続し、これらを固定している途中の図であり、図4(c)は真空処理部が排気部に接続され、クランプにより固定された状態の図である。

【0115】排気部側フランジ605に設けられた、真空処理部側フランジ603と排気部側フランジ605とを互いに固定するためのクランプ607の、真空処理部側フランジ603側の端部側には真空処理部側近接センサ608が、また、排気部側フランジ605の端部側には排気部側近接センサ606がそれぞれ設けられている。これらクランプ607、真空処理部側近接センサ608、および排気部側近接センサ606により固定検知機構が構成されている。

【0116】真空処理部側フランジ603と排気部側フランジ605は互いに当接することにより、Oリング等の真空封止部材(不図示)により真空気密可能となっている。また、真空処理部側近接センサ608、および排気部側近接センサ609は真空処理部側フランジ603が排気部側フランジ605に当接し、クランプ607により真空処理部601と排気部602が固定され、接続完了の状態(図4(c)の状態)において、各々真空処理部601の真空処理部側排気配管604、排気部602の排気部側排気配管606を検知するように検知距離が調節されている。

【0117】以下に、本実施形態の接続完了の検知方法に関して詳細に説明する。

【0118】まず、図4(a)に示すように、真空処理部601と排気部602が取り外された状態では、真空処理部側近接センサ608は真空処理部601を検知せず、真空処理部601が排気部602から接続未完了状態であると検知し、それに応じた信号を不図示の制御部に出力する。

【0119】次いで、図4(b)に示すように、真空処理部側フランジ603と排気部側フランジ605が当接し、真空処理部601と排気部602を固定途中の状態においては、真空処理部側近接センサ608は真空処理部601を検知するが、排気部側近接センサ609は排気部602を検知せず、真空処理部601が排気部602から接続未完了状態であると検知し、それに応じた信

号を制御部に出力する。

【0120】次いで、クランプ607により真空処理部601と排気部602が固定され、図4(c)の状態となると、真空処理部側近接センサ608、および排気部側近接センサ609は各々真空処理部601、排気部602を検知することにより、真空処理部601が排気部602に固定されて接続完了状態であると検知し、それに応じた信号を制御部に出力する。

【0121】上述の検出機構は、真空処理部601と不図示の原料ガス供給部との接続検知に用いられるものであってもよい。

【0122】また、上述したセンサとしては、光電センサの他に、機械的スイッチ、圧力センサ、近接センサ、超音波センサ、磁気センサ、あるいは電気インピーダンス測定センサ等の従来公知の検知手段を用いることができる。

【0123】以上説明した以外の真空処理装置の構成および真空処理方法は、第1の実施形態と基本的に同様であるため、詳細の説明は省略する。

【0124】なお、本実施形態の検出機構に加えて、第1の実施形態で示した検出機構を併用するものであってもよい。

【0125】以上説明したように、本実施形態の真空処理装置および真空処理方法は、第1の実施形態と同様に、真空処理部601と排気部602との接続が完了し、かつ、真空処理部601と原料ガス供給部との接続が完了し、かつ、真空処理部601と不図示の電力供給部との電気的な電気的な接続が完了し、かつ、真空処理部601と排気部602との気密性が確保されてからでないと、不図示の反応容器内での真空処理を行うことができない。このため、本実施形態も第1の実施形態と同様に、外気混入に伴う被処理物、および真空処理装置への悪影響を阻止することができ、よって、装置の耐久性の向上、真空処理による生産性の向上が可能となる。

【0126】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらにより何ら制限されるものではない。

【0127】(第1の実施例) 本実施例では図5に概略構成を示す真空処理装置を用いて、50ロットの電子写真感光体を表1に示す条件で作製した。図5に示す真空処理装置は、第2の実施形態で説明した真空処理装置と基本的に同様の構成である。すなわち、真空側と排気側のフランジを固定する機構は、図4に示した真空処理部側近接センサ608および排気部側近接センサ609を有する固定検知機構からなり、また、反応容器114としては、図11に示した従来の構成のものを用い、それ以外は、図1に示した構成と同様に構成されている。よって、本実施例での以下の説明においては、図1、図4、および図11で用いられた参照番号を用いる。な

お、反応容器114および排気管104に付された括弧内の参照番号は、反応容器114および排気管104に対応する、図11に示されている反応容器301および排気管311の参照番号を示している。

【0128】電力供給部121より供給される高周波電力の周波数は100MHzとした。

【0129】以下に、電子写真用感光体の作製手順を順次説明する。

(ステップ1) 排気装置、Heガス供給部を具備した不図示の加熱ステージにバルブ115を閉状態として真空処理部101を接続し、反応容器114(301)内に直径80mm、長さ358mmの円筒状アルミニウムシリンドラ305を設置した。続いてバルブ115を開状態とし、不図示の加熱用排気装置により排気管104(311)を通して反応容器114(301)内を排気した。その後、バルブ123を開き、原料ガス供給手段312を介して、Heガス供給部よりHeを反応容器114(301)内に500sccm導入し、反応容器114(301)内の圧力を50Paに維持しながら、発熱体307により円筒状基体305を250℃に加熱・制御した。この状態を1時間維持した後、バルブ115を閉じ、反応容器114(301)内の圧力が100PaとなったところでHeの供給を停止し、バルブ123を閉じた。

(ステップ2) この状態で、真空処理部101を加熱ステージから取り外し、移動して、真空処理部側フランジ103を排気部側フランジ105に当接させ、さらに接続部をクランプ607で固定した。この時点で、クランプ607に設置された固定検知機構から接続完了および固定終了を示す信号出力がなされ、メイン制御部107に信号入力される構成とした。メイン制御部107は、接続完了および固定終了を示す信号が入力されるまでは、次工程に進むことができないよう、排気部102、原料ガス供給部120、電力供給部121、バルブ115が動作不能状態となるようインターロック制御させた。同時並行的に原料ガス供給部120、電力供給部121を各々の接続手段118、119により接続した。

(ステップ3) これらの接続が全て終了した時点で、まず、圧力調整バルブ108を所定の開度に設定した後、バルブ116を開き、排気手段117により、排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104内を排気した。この際、排気配管106、104内の圧力低下に伴って圧力調整バルブ108の開度を徐々に大きくし、最終的には開度を最大とした。

【0130】圧力計112によって排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104内の圧力が 1×10^{-3} Paに到達したことを確認した後、バルブ115を開き、反応容器114内を 1×10^{-3} Paまで排気した。同時並行的に、原料ガス供給部側バルブ122を開き、原料ガス供給部120に設けられた不図示の排気装置に

よって、真空処理部側バルブ123より原料ガス供給部120側の配管内を真空排気した。配管内が 1×10^{-3} Paに到達した時点で真空処理部側バルブ123を開き、原料ガス供給のための準備を終了した。

(ステップ4) 続いて、原料ガス供給部120よりHeを反応容器114(301)内に500sccm導入し、また、圧力調整バルブ108の開度を調整することで反応容器114(301)内の圧力を50Paに維持しながら、発熱体307により円筒状基体305を250℃に加熱・制御し、この状態を10分間維持した。その後、Heの供給を停止し、原料ガス供給部120より原料ガス供給部接続手段118を介して、表1に示した原料ガスを反応容器114内に導入した。原料ガスの流量が設定流量となり、また、圧力調整バルブ108の開度を調整することで反応容器114内の圧力が所定圧力で安定したのを確認した後、電力供給部121より電力供給部接続手段119を介して反応容器114内へ表1に示した条件の電力を供給した。これにより、反応容器114内にグロー放電を生起し、原料ガスを励起解離して、基体上に阻止層を形成した。表1に示した阻止層の膜厚の形成を行った後、電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終えた。引き続き同様の手順により、光導電層、表面層を形成し堆積膜の形成を終了した。

(ステップ5) 堆積膜形成終了後、反応容器114内、真空処理部側排気配管104内、排気側排気配管106内、および原料ガス供給部接続手段118を含む原料ガス供給配管内を原料ガス供給部120より供給されるHeによってパージした。パージ終了後、バルブ116およびバルブ115を閉めた後、不図示のベントバルブを開いて真空処理部側排気配管104内、および排気側排気配管106内に窒素を導入して大気開放した。大気開放がなされた後、真空処理部101と排気部102を固定する固定部材をはずし、また、原料ガス供給部120および電力供給部121を真空処理部101から取り外して、真空処理部101を排気部102から取り外した。

(ステップ6) 円筒状基体305の温度が50℃以下まで下がった後、反応容器114内に不図示のベントバルブより窒素を導入し、反応容器114を大気開放して、円筒状基体305を反応容器114より取出した。

【0131】このようにして、50ロットの電子写真用感光体を作製したが、排気部102への接続不良による問題は一切生じず、感光体作製を効率よく行うことができた。また、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキヤノン製の複写機NP-6750に設置し、以下の具体的評価法により「感度」の評価を行った。

【0132】(感度) … 現像器位置での暗部電位が一定値となるよう主帯電器電流を調整した後、原稿に反射濃

度0.1以下の所定の白紙を用い、現像器位置での明部電位が所定の値となるよう像路光光量を調整した際の像露光光量により評価する。したがって、像露光光量が少ないほど感度が良好であることを示す。感度測定は感光体母線方向全領域に渡って行ない、その中の最大像露光光量により評価した。従って、数値が小さいほど良好である。

【0133】「感度」の評価は各ロット毎に全感光体の平均値で評価した。評価結果を図6に示す。図6において、各ロットの「感度」は全ロットの平均値に対する比率で示している。ロット間での「感度」のばらつきは±3%の範囲内であった。

【0134】

【表1】

	電荷注入阻止層	光導伝層	表面層
ガス種および流量			
SiH ₄ [sccm]	200	300	20
H ₂ [sccm]	200	1000	
B ₂ H ₆ [ppm]	1000	1.2	
SiH ₄ に対し			
CH ₄ [sccm]			500
NO [sccm]	10		
基体温度 [℃]	250	250	250
内圧 [Pa]	1.3	1.3	1.5
パワー [W]	1000	2000	800
膜厚 [μm]	3	25	0.5

【0135】(比較例)第1の実施例で用いた装置において、排気系接続検知手段611を除去する以外は第1の実施例と同様にして、50ロットの電子写真用感光体を表1に示す条件で作製した。ただし、10ロットめ、20ロットめ、30ロットめ、40ロットめ、50ロットめの合計50ロットにおいては、感光体作製手順(ステップ2)で真空処理部101を排気部102に接続せず、これらが接続未完了の状態(ステップ3)の排気手段117による排気を開始した。その状態を180秒間維持した後、再度(ステップ2)に戻り、通常通りの手順で感光体作製を行った。

【0136】このようにして、50ロットの電子写真用感光体を作製した結果、50ロットの感光体作成後において圧力調整バルブ108の実際のバルブ開度と開度指示値の間にずれが生じていることが判明した。また、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキヤノン製の複写機NP-6750に設置し、第1の実施例と同様の具体的評価法により「感度」の評価を行った。

【0137】「感度」の評価は各ロット毎に全感光体の平均値で評価した。評価結果を図6中に示す。図6において、各ロットの「感度」は第1の実施例における全ロットの平均値に対する比率で示している。真空処理部101と排気部102が接続未完了の状態(ステップ3)で排気を開始した10ロットめ、20ロットめ、30ロットめ、40ロットめ、50ロットめにおいて特に「感度」の値が悪く、その後の数ロットにおいても第1の実施例の平均値と比べ「感度」は悪かった。この結果、全ロットの「感度」の平均値も第1の実施例に比べ悪く、さらに、ロット間でのばらつき範囲も±9%と大きかった。

【0138】(第2の実施例)本実施例では、図5に示した真空処理装置と基本的に同様であるが、バルブ11

5が設けられておらず、また、反応容器114が図7に示す反応容器801である真空処理装置を用いて50ロットの電子写真用感光体を表2に示す条件で作製した。

【0139】図7において、堆積膜の形成される円筒状基体805は、反応容器801の中央に配置されている。基体805は回転軸808によって保持され、モータ809を駆動すると、減速ギア810を介して回転軸808が回転し、円筒状基体805はその母線方向中心軸のまわりを自転するようになっている。また円筒状基体805は発熱体807によって加熱可能となっている。

【0140】電力供給部121より出力された高周波電力は、電力供給部接続手段119、マッチングボックス804および高周波電力供給ケーブル815を経て、カソード電極802より成膜空間となる反応容器801内に供給される。反応容器801内には原料ガス供給手段812が設置され、所望の原料ガスを反応容器801中に供給する。なお、電力供給部121より供給される高周波電力の周波数は50MHzとした。

【0141】なお、以下の説明において、反応容器114および排気管104に付された括弧内の参照番号は、反応容器114および排気管104に対応する、図7に示されている反応容器801および排気管611の参照番号を示している。

【0142】感光体は概略以下の手順により作製した。

【0143】まず、反応容器114(801)内に直径30mm、長さ358mmの円筒状アルミニウムシリンダ805を設置し、続いて、応容器側フランジ103を排気部側フランジ105に当接させ、さらに接続部をクランプ607で固定することにより、真空処理部101を排気部102に接続した。この時点で、クランプ607に設置された固定検知機構から接続完了および固定終

了を示す信号出力がなされ、メイン制御部107に信号入力される構成とした。メイン制御部107は、接続完了および固定終了を示す信号が入力されるまでは、次工程に進むことができないよう、排気部102、原料ガス供給部120、電力供給部121、バルブ115が動作不能状態となるようインターロック制御させた。同時並行的に原料ガス供給部120、電力供給部121を各々の接続手段118、119により接続した。

【0144】これらの接続が全て終了した時点で、まず、圧力調整バルブ108を所定の開度に設定した後、バルブ116を開き、排気手段117により、排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104、反応容器114内を排気した。この際、反応容器114内の圧力低下に伴って圧力調整バルブ108の開度を徐々に大きくし、最終的には開度を最大とし、排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104、反応容器114内を 1×10^{-3} Paまで排気した。同時並行的に、原料ガス供給部側バルブ122を開き、原料ガス供給部120に設けられた不図示の排気装置によって、真空処理部側バルブ123より原料ガス供給部120側の配管内を真空排気した。配管内が 1×10^{-3} Paに到達した時点で真空処理部側バルブ123を開き、原料ガス供給のための準備を終了した。

【0145】続いて、原料ガス供給部120よりHeを反応容器114(801)内に500 sccm導入し、また、圧力調整バルブ108の開度を調整することで反応容器114(801)内の圧力を50 Paに維持しながら、発熱体307により円筒状基体805を260℃に加熱・制御し、この状態を1時間維持した。その後、Heの供給を停止し、原料ガス供給部120より原料ガス供給部接続手段118を介して、表2に示した原料ガスを反応容器114内に導入した。原料ガスの流量が設定流量となり、また、圧力調整バルブ108の開度を調整することで反応容器114内の圧力が所定圧力で安定したのを確認した後、電力供給部121より電力供給部接続手段119、マッチングボックス804、高周波電力供給ケーブル815を介して反応容器114内へ表2

に示した条件の電力を供給した。

【0146】これにより、反応容器114内にグロー放電を生じし、原料ガスを励起解離して、基体805上に阻止層を形成した。表2に示した阻止層の膜厚の形成を行った後、電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終えた。引き続き同様の手順により、光導電層、表面層を形成し、堆積膜の形成を終了した。

【0147】堆積膜形成終了後、反応容器114内、真空処理部側排気配管104内、排気側排気配管106内、および、原料ガス供給部接続手段228を含む原料ガス供給部120より供給されるHeによってパージした。

【0148】パージ終了後、バルブ116を閉め、円筒状基体805の温度が50℃以下まで下がった後、反応容器114内不図示のベントバルブより窒素を導入し、反応容器114、真空処理部側排気配管104、排気側排気配管106に窒素を導入して大気開放し、円筒状基体805を反応容器114より取出した。

【0149】続いて、真空処理部101と排気部102を固定する固定部材をはずし、また、原料ガス供給部120および電力供給部121を真空処理部101から取り外して、真空処理部101を排気部102から取り外した。

【0150】このようにして50ロットの電子写真用感光体を作製したが、排気部102への接続不良による問題は一切生じず、感光体作製を効率よく行うことができ、また、装置上の異常も認められなかった。

【0151】さらに、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキヤノン製の複写機NP-6030に設置し、第1の実施例と同様の具体的評価法により「感度」の評価を行ったところロット間でのばらつきが小さく、また、得られた電子写真画像は鮮明で良好なものであった。

【0152】

【表2】

	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種および流量			
SiH ₄ [sccm]	150	150	10
H ₂ [sccm]	150	150	
B ₂ H ₆ [ppm]	800	1.0	
SiH ₄ に対し			
CH ₄ [sccm]			100
NO [sccm]	2		
基体温度 [℃]	260	280	260
内圧 [Pa]	1.0	1.0	1.5
パワー [W]	700	1000	550
膜厚 [μm]	3	30	0.5

【0153】(第3の実施例) 真空処理部を排気部に接続した後、接続部の気密チェックを行う以外は第2の実

施例と同様にして、表2に示す条件で50ロットの電子写真用感光体を作製した。

【0154】気密チェック機構、気密チェック手順は具体的に以下のようにした。まず、真空処理部101の排気部102への接続完了、固定終了を示す信号が、メイン制御部107に入力された時点で、メイン制御部107からの出力信号により、まずバルブ116が開く構成とした。これにより、排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104、反応容器114内が排気されることとなる。排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104、および反応容器114内の圧力を圧力計112によりモニターし、圧力が 1×10^{-3} Paになった時点で圧力計112よりメイン制御部107へ信号出力される。その信号を受けたメイン制御部107からの出力信号によりバルブ116が閉じられる構成とした。なお、バルブ116が開いてから10分経過した時点までに圧力計112からメイン制御部107への信号伝達がない場合には、メイン制御部107より気密性不良の警報を発する構成とした。

【0155】バルブ116が閉じた後の排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104、および反応容器114内の圧力値、すなわち、図8でハッチングにより示した空間の圧力値は、圧力計112より気密性判別部113に伝達される。気密性判別部113はバルブ116が閉じた30秒後の圧力値(P1)と5分30秒後の圧力値(P2)を比較し、

$$(P2) - (P1) \leq 5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$$

$$(P2) \leq 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$$

の条件を満たしているか否かを判定し、この条件を満たしていない場合には気密性不良、この条件を満たしている場合には気密性良好の信号をメイン制御部107へ信号出力する構成とした。メイン制御部107では気密性判別部113からの信号により、気密性が不良の場合には警報を発する構成とし、気密性良好の場合にはバルブ116を開いた後、第2の実施例と同様の次工程を進行させる構成とした。なお、上記気密チェック工程が進行中の間は全てのバルブはメイン制御部107により作動不能とした。また、気密不良の警報が発せられた際には、真空処理部101を排気部102から取り外し、真空処理部側フランジ103と排気部側フランジ105の接続面を清浄化した後、再度真空処理部101を排気部102に接続した。

【0156】このようにして50ロットのa-Si感光体作製を行ったところ、2ロットで気密不良の警報が発せられ堆積膜形成工程開始前に気密不良が判明し、接続面の正常化、真空処理部の再接続を行うことで、全50ロットにおいて高い気密性が確保された状態で堆積膜形成を行うことができた。

【0157】また、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキャノン製の複写機NP-6030に設置し、第2の実施例と同様の具体的評価法により「感度」の評価を行った。その結果、ロット間

での「感度」のばらつきは、第2の実施例の感度のばらつきに対して60%まで低減し、さらに「感度」のばらつき抑制効果が高まることが確認された。また、このようにして作製された感光体を用いて得られた電子写真画像は鮮明で良好なものであった。

【0158】このように、真空処理部を排気部に接続した後、接続部の気密チェックを行い、所定値以上の気密性が確保された段階で次工程を開始する装置機構、シーケンスとすることで、特性の良好な感光体がより安定して作製可能であることが確認された。

【0159】(第4の実施例) 第3の実施例で用いた装置を改造し、真空処理部側フランジ103と真空処理部側排気配管104の間にバルブ115a(図9参照)を設け、気密チェック手順を以下のように変更する以外は第3の実施例と同様にして、表2に示す条件で50ロットの電子写真用感光体を作製した。

【0160】気密チェック手順は具体的に以下のようにした。まず、真空処理部側フランジ103と真空処理部側排気配管104の間に設けたバルブ115aを閉じた状態で真空処理部101を排気部102に接続し、真空処理部101の排気部102への接続し、固定終了を示す信号が、メイン制御部107に入力された時点で、メイン制御部107からの出力信号により、バルブ116が開く構成とした。これにより、排気部側排気配管106内が排気されることとなる。排気部側排気配管106内の圧力を圧力計112によりモニターし、圧力が 1×10^{-3} Paになった時点で圧力計112よりメイン制御部107へ信号出力される。その信号を受けたメイン制御部107からの出力信号によりバルブ116が閉じられる構成とした。なお、バルブ116が開いてから10分経過した時点までに圧力計112からメイン制御部107への信号伝達がない場合には、メイン制御部107より気密性不良の警報を発する構成とした。

【0161】バルブ116が閉じた後の排気部側排気配管106内、すなわち、図9でハッチングにより示した空間の圧力値は、圧力計112より気密性判別部113に伝達される。気密性判別部113はバルブ116が閉じた30秒後の圧力値(P1)と2分30秒後の圧力値(P2)を比較し、

$$(P2) - (P1) \leq 5 \times 10^{-3} \text{ Pa}$$

$$(P2) \leq 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$$

の条件を満たしているか否かを判定し、この条件を満たしていない場合には気密性不良、この条件を満たしている場合には気密性良好の信号をメイン制御部107へ信号出力する構成とした。メイン制御部107では気密性判別部113からの信号により、気密性が不良の場合には警報を発する構成とし、気密性良好の場合にはバルブ116を開いた後、第2の実施例と同様の次工程を進行させる構成とした。なお、上記気密チェック工程が進行中の間は全てのバルブはメイン制御部107により作動不

能とした。また、気密不良の警報が発せられた際には、真空処理部101を排気部102から取り外し、真空処理部側フランジ103と排気部側フランジ105の接続面を清浄化した後、再度真空処理部101を排気部102に接続した。

【0162】このようにして気密性が確保された時点でバルブ116を開き、さらに真空処理部側フランジ103と真空処理部側排気配管104の間に設けたバルブを開いて、真空処理部側排気配管104、反応容器114内を真空排気した後、第3の実施例と同様の手順で次工程へ進行した。

【0163】以上のような構成、手順により50ロットのa-Si感光体作製を行ったところ、5ロットで気密不良の警報が発せられ堆積膜形成工程開始前に気密不良が判明し、接続面の正常化、真空処理部の再接続を行うことで、全50ロットにおいて極めて高い気密性が確保された状態で堆積膜形成を行うことができた。

【0164】また、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキャノン製の複写機NP-6030に設置し、第3の実施例と同様の具体的評価法により「感度」の評価を行った。その結果、ロット間での「感度」のばらつきは、第3の実施例の「感度」のばらつきに対してばらつき幅が70%まで低減し、極めて高い「感度」のばらつき抑制効果が得られることが確認された。また、このようにして作製された感光体を用いて得られた電子写真画像は鮮明で良好なものであった。

【0165】このように、反応容器と排気部への接続部の間にバルブを設け、このバルブを閉状態で気密チェックを行う構成とすることで、より短時間により高感度で気密性チェックが可能となり、特性の良好な感光体がさらに安定して作製可能であることが確認された。

【0166】(第5の実施例)本実施例では、第1の実施例で用いた真空処理装置、すなわち、図5に示した真空処理装置を5つ用い、各々50ロットの電子写真用感光体を表1に示す条件で作製した。

【0167】なお、電力供給部121より供給される高周波電力の周波数は100MHzとした。

【0168】メイン制御部107には、原料ガス供給部接続検知手段118aからの原料ガス供給部接続完了の信号が入力されるまではバルブ122を閉状態に保持し、原料ガス供給がなされないインターロック機能をもたせた。また、メイン制御部107に電力供給部接続検知手段119aからの電力供給部接続完了の信号が入力されるまでは電力供給部121からの電力供給がなされないインターロック機能をもたせた。

【0169】感光体作製手順は概略以下の通りとした。

【0170】まず、排気装置、Heガス供給部を具備した不図示の加熱ステージにバルブ115を閉状態として真空処理部101を接続し、反応容器114(301)

内に直径80mm、長さ358mmの円筒状アルミニウムシリンダ305を設置した。続いてバルブ115を開状態とし、不図示の加熱用排気装置により排気管104(311)を通して反応容器114(301)内を排気した。その後、バルブ123を開き、原料ガス供給手段312を介して、Heガス供給部よりHeを反応容器114(301)内に500sccm導入し、反応容器114(301)内の圧力を50Paに維持しながら、発熱体307により円筒状基体305を250℃に加熱・制御した。この状態を1時間維持した後、バルブ115を閉じ、反応容器114(301)内の圧力が100PaとなったところでHeの供給を停止し、バルブ123を閉じた。この状態で、真空処理部101を加熱ステージから取り外し、移動して、応容器側フランジ103を排気部側フランジ105に当接させ、さらに接続部を図4に示したクランプで固定した。この時点で、排気系接続検知手段611およびクランプに設置された固定検知機構から接続完了および固定終了を示す信号出力がなされ、メイン制御部107に信号入力される構成とした。メイン制御部107は、接続完了および固定終了を示す信号が入力されるまでは、次工程に進むことができないよう、排気部102、原料ガス供給部120、電力供給部121、バルブ115が動作不能状態となるようインターロック制御させた。

【0171】同時並行的に原料ガス供給部120、電力供給部121を各々の接続手段118、119により接続した。この時点で、原料ガス供給部接続検知手段、および電力供給部接続検知手段から接続完了を示す信号出力がなされ、メイン制御部107に信号入力される。メイン制御部107は、各々の接続完了を示す信号が入力されるまでは、それぞれバルブ122を閉状態保持し原料ガス供給がなされない、電力供給部121からの電力供給がなされないようにインターロック制御させた。

【0172】続いて第4の実施例と同様の手順で真空処理部101と排気部102の接続部の気密チェックを行った後、バルブ116を開き、排気部側排気配管106、真空処理部側排気配管104内の圧力が 1×10^{-3} Paに到達したことを圧力計112によって確認した後、バルブ115を開き、反応容器114内を 1×10^{-3} Paまで排気した。同時並行的に、原料ガス供給部側バルブ122を開き、原料ガス供給部120に設けられた不図示の排気装置によって、真空処理部側バルブ123より原料ガス供給部120側の配管内を真空排気した。配管内が 1×10^{-3} Paに到達した時点で真空処理部側バルブ123を開き、原料ガス供給のための準備を終了した。

【0173】続いて、原料ガス供給部120よりHeを反応容器114(301)内に500sccm導入し、反応容器114(301)内の圧力を50Paに維持しながら、発熱体307により円筒状基体305を250

℃に加熱・制御し、この状態を10分間維持した。その後、Heの供給を停止し、原料ガス供給部120より原料ガス供給部接続手段118を介して、表1に示した原料ガスを反応容器114内に導入した。原料ガスの流量が設定流量となり、また、反応容器114内の圧力が安定したのを確認した後、電力供給部121より電力供給部接続手段119を介して反応容器114内へ表1に示した条件の電力を供給した。これにより、反応容器114内にグロー放電を生起し、原料ガスを励起解離して、基体上に阻止層を形成した。表1に示した阻止層の膜厚の形成を行った後、電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終えた。引き続き同様の手順により、光導電層、表面層を形成し堆積膜の形成を終了した。

【0174】堆積膜形成終了後、反応容器114内、真空処理部側排気配管104内、排気側排気配管106内、および原料ガス供給部接続手段118を含む原料ガス供給配管内を原料ガス供給部120より供給されるHeによってパージした。パージ終了後、バルブ116およびバルブ115を閉めた後、不図示のベントバルブを開いて真空処理部側排気配管104内、および排気側排気配管106内に窒素を導入して大気開放した。大気開放がなされた後、真空処理部101と排気部102を固定する固定部材をはずし、また、原料ガス供給部120および電力供給部121を真空処理部101から取り外して、真空処理部101を排気部102から取り外した。

【0175】この時点で、同様にして別に用意された真空処理部101を排気部102、原料ガス供給部120、電力供給部121に接続して、同様の手順で堆積膜の形成を開始した。

【0176】一方、堆積膜形成が終了した真空処理部に関しては、円筒状基体305の温度が50℃以下まで下がった後、反応容器114内に不図示のベントバルブより窒素を導入し、反応容器を大気開放して、円筒状基体305を反応容器114より取出した。

【0177】このようにして、5つの真空処理装置を並行して用い、各真空容器毎に50ロットの電子写真用感光体を作製したが、排気部102、原料ガス供給部120、電力供給部121への接続不良による問題は一切生じず、感光体作製を効率よく行うことができた。

【0178】また、このようにして作製したa-Si感光体を本テスト用に改造されたキヤノン製の複写機NP-6750に設置し、第2の実施例と同様の具体的評価法により「感度」の評価を行ったところ、ロット間での「感度」のばらつき幅は小さく、また、得られた電子写真画像は鮮明で良好なものであった。

【0179】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、真空処理部と排気部との接続未完了の状態でも真空処理がな

されることがないため、外気を混入した状態で真空処理がなされることはない。よって、装置の耐久性向上、ロット間での特性再現性向上、生産効率の向上、および生産コストの低減が可能となる。また、真空処理部と排気部とが着脱可能、かつ、接続を確実に行うことができるため、作業効率の高効率化、生産における柔軟性向上および生産システムの簡素化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の真空処理装置の一例を示した模式的な構成図である。

【図2】図1に示した真空処理装置の排気系接続検知手段近傍の構成の一例を示した概略図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の真空処理装置を用いた真空処理方法の一例の概略を説明するフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態の真空処理装置の一例を示した模式的な構成図である。

【図5】本発明の第1の実施例で用いた真空処理装置の模式的な構成図である。

【図6】本発明の第1の実施例と、比較例とで作製した電子写真用感光体の感度を比較した結果を示したグラフである。

【図7】本発明の第2の実施例で用いた反応容器の模式的な構成図である。

【図8】気密チェックを行う空間を示した模式図である。

【図9】バルブ115aを閉じることで形成された、気密チェックを行う空間を示した模式図である。

【図10】従来の、RF帯の周波数を用いたRFプラズマCVD法による電子写真用光受容部材の製造装置の一例を示した模式的な構成図である。

【図11】従来の、VHF帯の周波数を用いたVHFプラズマCVD法による電子写真用光受容部材の製造装置の一例を示した模式的な構成図である。

【図12】従来の、VHF帯の周波数を用いたVHFプラズマCVD法による電子写真用光受容部材の製造装置の一例を示した模式的な構成図である。

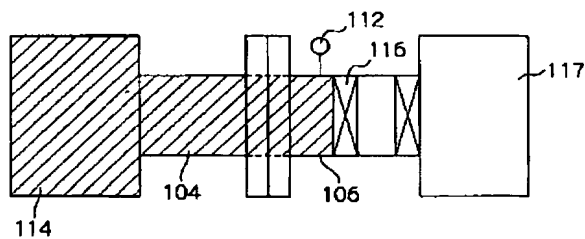
【符号の説明】

- 10 堆積装置
- 11 反応容器
- 12 円筒状基体
- 13 支持体加熱用ヒータ
- 14 原料ガス導入管
- 15 マッチングボックス
- 16 原料ガス配管
- 17 反応容器リークバルブ
- 18 メイン排気バルブ
- 19 真空計
- 50 原料ガス供給装置
- 71～76 マスフローコントローラ

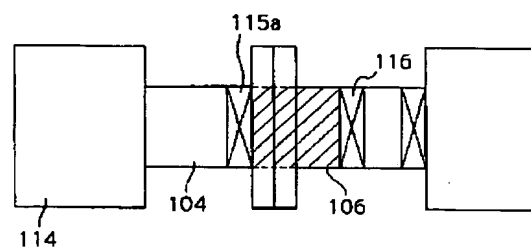
21~26 原料ガスポンベ
 31~36 原料ガスポンベバルブ
 41~46 ガス流入バルブ
 51~56 ガス流出バルブ
 61~66 圧力調整器
 101 真空処理部
 102 排気部
 103 真空処理部側フランジ
 104 真空処理部側排気配管
 105 排気部側フランジ
 106 排気部側排気配管
 107 メイン制御部
 108 圧力調整バルブ
 111 排気系接続検知手段
 112 圧力計
 113 気密性判別部
 114 反応容器
 115 バルブ
 115 a バルブ
 116 バルブ
 117 排気手段
 118 原料ガス供給部接続手段
 118 a 原料ガス供給部接続検知手段
 119 電力供給部接続手段
 119 a 電力供給部接続検知手段
 120 原料ガス供給部
 121 電力供給部
 122 原料ガス供給部側バルブ
 123 真空処理部側バルブ
 301 反応容器
 302 カソード電極
 303 高周波電源
 304 マッチングボックス
 305 円筒状基体
 307 発熱体

308 回転軸
 309 モータ
 310 減速ギア
 311 排気管
 312 原料ガス供給手段
 400 反応容器
 401 円筒状基体
 402 高周波電力供給手段
 403 高周波電源
 404 マッチングボックス
 405 排気管
 406 回転軸
 500 電子写真用感光体
 601 真空処理部
 602 排気部
 603 真空処理部側フランジ
 604 真空処理部側排気配管
 605 排気部側フランジ
 606 排気部側排気配管
 607 クランプ
 608 真空処理部側近接センサ
 609 排気部側近接センサ
 610 排気部側排気配管
 611 クランプ
 612 真空処理部側近接センサ
 801 反応容器
 802 カソード電極
 804 マッチングボックス
 805 円筒状基体
 807 発熱体
 808 回転軸
 809 モータ
 810 減速ギア
 812 原料ガス供給手段
 815 高周波電力供給ケーブル

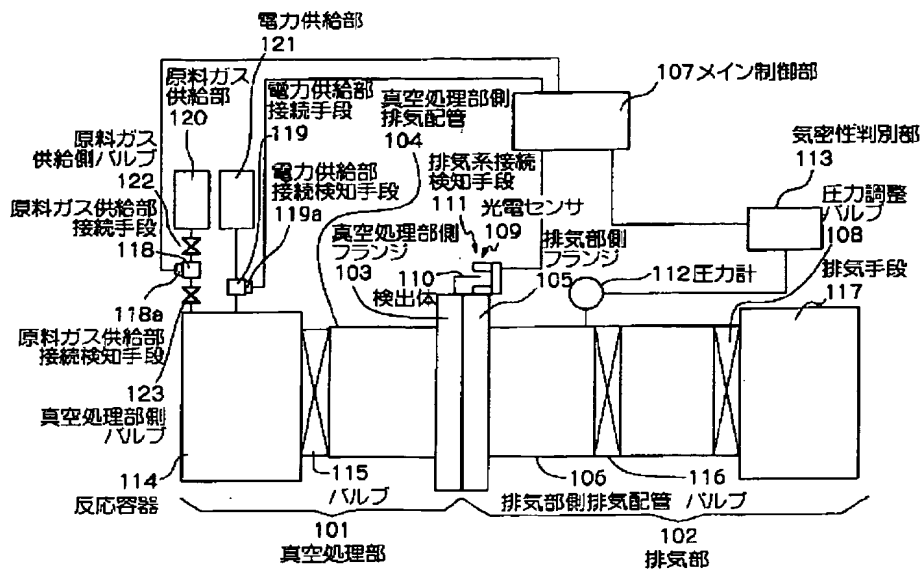
【図8】



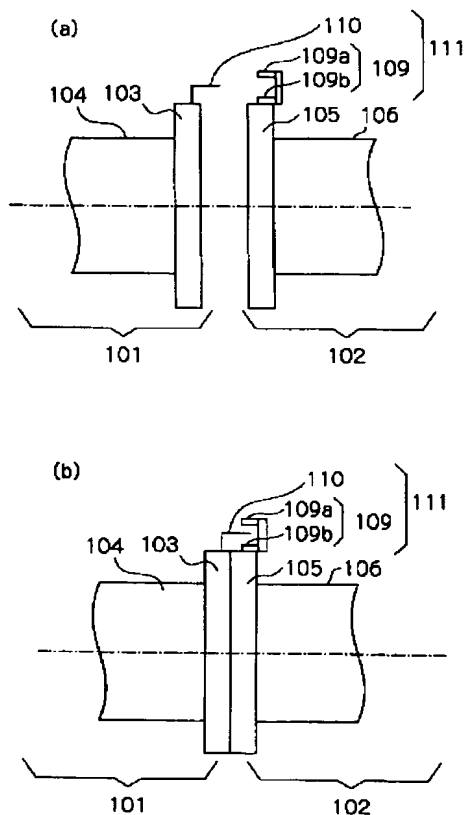
【図9】



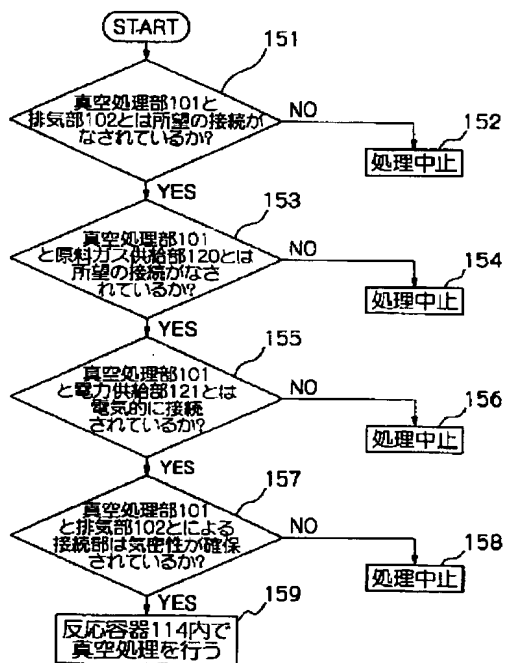
【図1】



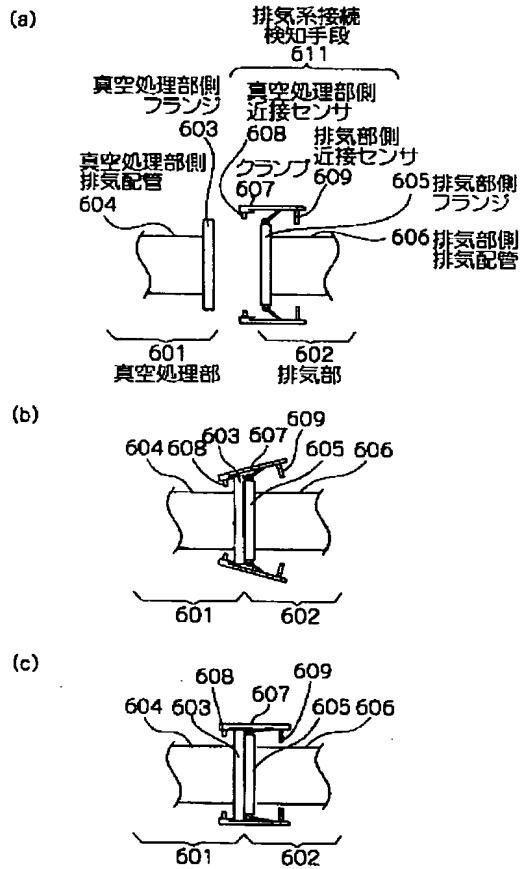
【図2】



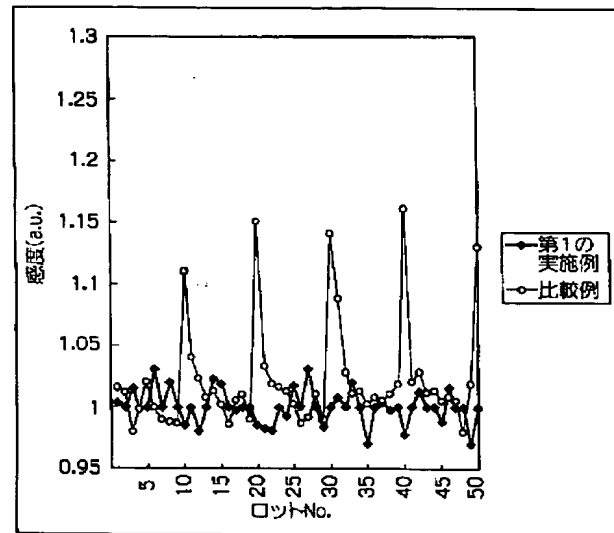
【図3】



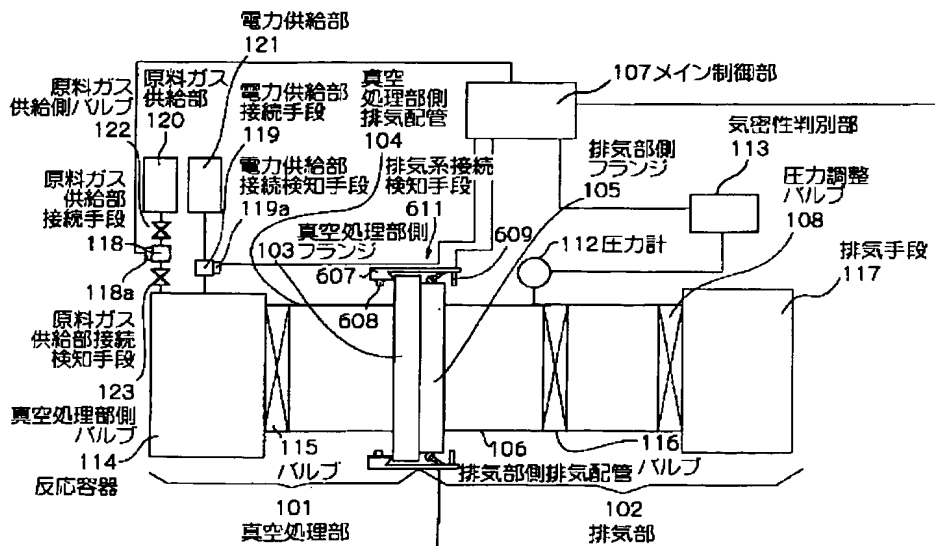
【図4】



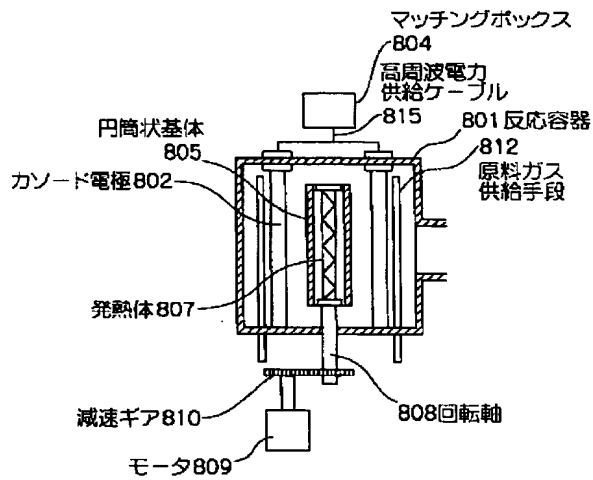
【図6】



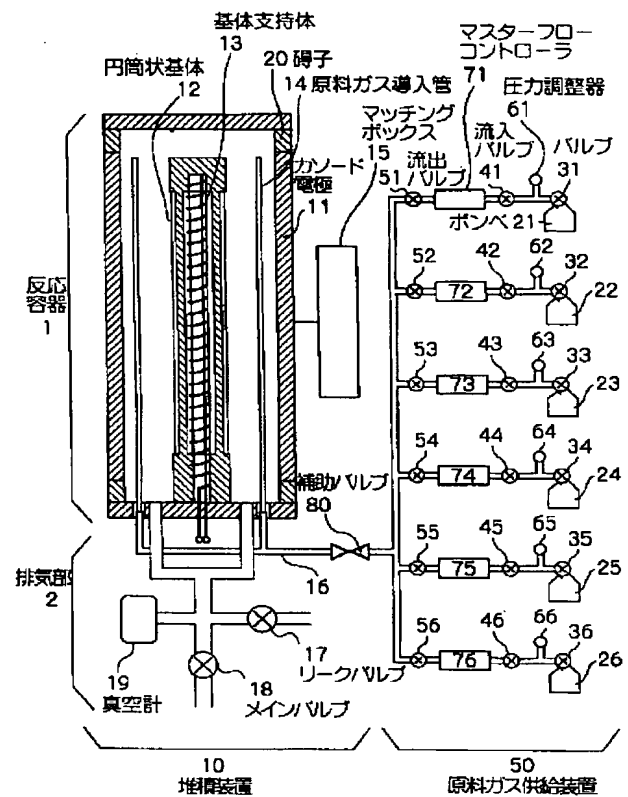
【図5】



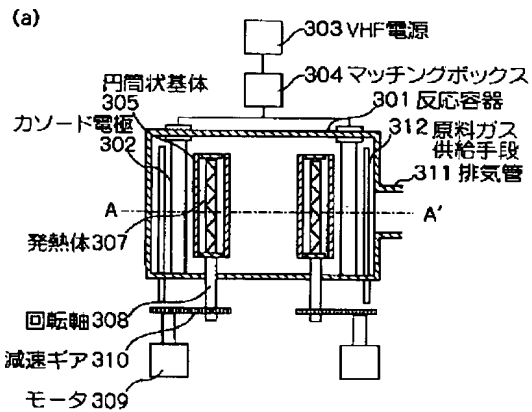
【図7】



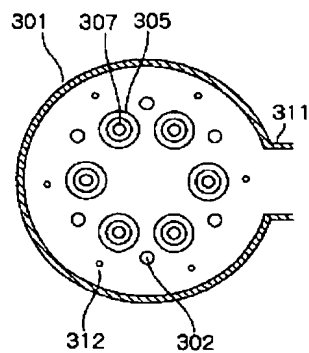
【図10】



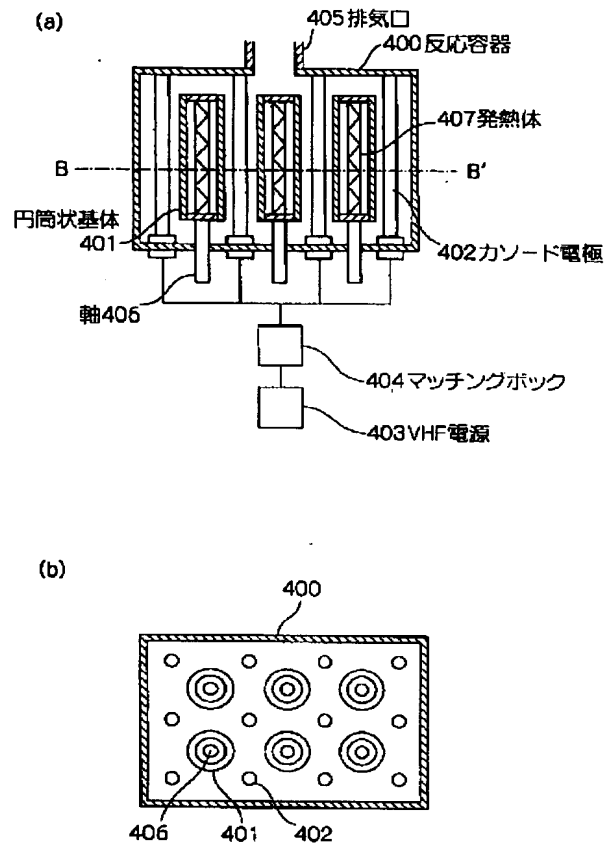
【図11】



(b)



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 白砂 寿康
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 大塚 崇志
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 細井 一人
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 田澤 大介
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 青池 達行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
Fターム(参考) 4K030 EA11 JA09 JA11 KA39 KA41
5F004 AA16 BB13 BB19 BB21 BB24
BC08 CA01
5F045 AA08 AC01 AD06 AE15 AE17
AF10 BB08 BB10 CA16 DP25
EB11 EH12 GB01 GB06